

*Navarrete Amaya, R., V.R. Shervette, D. Vélez, W.E. Aguirre. 2021. Patrones Biogeográficos y Taxonómicos de los Peces de la Vertiente Occidental del Ecuador, pp. 22-55. In Jiménez-Prado, P y J. Valdiviezo- Rivera (ed.). 2021. Biodiversidad de peces en el Ecuador. Serie Especial de Ictiología Ecuatoriana I. Red Ecuatoriana de ictiología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Universidad Tecnológica Indoamérica. 166 pp.

Patrones biogeográficos y taxonómicos de los peces de la vertiente occidental del Ecuador

Ronald Navarrete Amaya¹, Virginia R. Shervette², Diana Vélez³, Windsor E. Aguirre⁴

¹ Urb. Paraíso del Río 1. Mz. 29. Villa 14. Guayaquil, Ecuador. ronaldnavarreteamaya@gmail.com

² Department of Biology and Geology, University of South Carolina, Aiken, SC, 29801 USA. shervette@gmail.com

³ Carcelén. Av. José Velasco N055 y Rafael Carvajal. Quito, Ecuador. dianavelezalvarado87@gmail.com

⁴ Department of Biological Sciences, DePaul University, Chicago, IL 60614 USA. waguirre@depaul.edu

Resumen

Los peces de agua dulce en la vertiente occidental del Ecuador presentan altos niveles de endemismo producto de su largo aislamiento por el levantamiento de la cordillera de los Andes y otras barreras geográficas en la región. En este trabajo, por medio de la literatura y de nuestras colectas, resumimos los conocimientos actuales sobre la distribución geográfica y la diversidad taxonómica y ecológica de los peces de agua dulce del oeste del Ecuador. Describimos la diversidad de peces en la región, resaltando los grupos más diversos. Comparamos la ictiofauna de la vertiente occidental con la oriental del Ecuador, destacando las diferencias principales en la diversidad taxonómica de peces entre estas regiones. Mediante métodos cuantitativos de agrupamiento, examinamos las relaciones entre las zonas ictiohidrográficas de la vertiente occidental.

La fauna de peces de agua dulce del occidente de Ecuador ha sido previamente dividida en cuatro zonas, de norte a sur: Santiago Cayapas, Esmeraldas, Guayas y Catamayo. De las 113 especies de la vertiente occidental el 39,8 % son endémicas. El porcentaje de especies endémicas en el occidente de Ecuador es mayor que el de regiones similares también conocidas por su endemismo, como el Chocó colombiano, donde el 33 % de las especies (63 de 186) son endémicas. De las 113 especies, 40 (35,4 %) se encuentran en una sola zona, mientras que solo 13 (11,5 %) se distribuyen en las cuatro zonas. Esto indica que hay un recambio importante de especies entre las zonas, a pesar de la corta distancia geográfica entre ellas, mostrando un patrón de diferenciación que se incrementa con su separación espacial.

Las cuencas hidrográficas septentrionales y la austral solo comparten un 18,3 % de sus especies. No hemos encontrado especies endémicas compartidas entre zonas discontinuas. Las zonas de Santiago Cayapas y Esmeraldas comparten 43 de las 84 especies que están registradas para estas dos zonas, de las cuales cuatro son especies endémicas que están restringidas solo a estas dos zonas. La zona Esmeraldas comparte con su vecina Guayas el 50 % de las especies, pero ninguna endémica exclusiva, aunque si comparten seis especies endémicas del oeste de Ecuador que también se encuentran en la zona Santiago Cayapas o en la de Catamayo.

En la zona Guayas se encuentra la mayor cantidad de especies de peces (68), seguida por las zonas Santiago Cayapas (64), Esmeraldas (63) y Catamayo (52). La zona Guayas está más relacionada con la zona Catamayo, con la cual comparten el 50 % de las 76 especies que suman entre las dos zonas. La zona de Guayas posee 30 especies que no están registradas para la zona de Catamayo, mientras que la segunda solo tiene ocho especies que no han sido registradas en la zona de Guayas, por lo que la zona de Catamayo es prácticamente una subunidad de la de Guayas. Las zonas Guayas y Esmeraldas resultaron poco disímiles, con un índice de Jaccard de 0,54.

Contenido

Introducción.....	24
1. Métodos.....	25
1.1. Listado y distribución geográfica de las especies.....	25
1.2. Relaciones entre las zonas ictiogeográficas	25
1.3. Límites de las cuencas hidrográficas y uso del suelo	25
1.4. Mapa de las zonas ictiohidrogeográficas.....	26
2. La ictiofauna de la vertiente occidental del Ecuador	26
2.1. Diversidad de la ictiofauna	26
2.2. Diversidad taxonómica y ecológica por orden:	26
2.2.1. Characiformes	26
2.2.2. Siluriformes	29
2.2.3. Gymnotiformes	31
2.2.4. Cyprinodontiformes	31
2.2.5. Beloniformes	31
2.2.6. Synbranchiformes	31
2.2.7. Sygnathiformes	31
2.2.8. Perciformes	31
2.2.9. Cichliformes	32
2.2.10. Mugiliformes	32
2.2.11. Gobiiformes	32
2.2.12. Pleuronectiformes	33
2.3. Comparación de la ictiofauna de la vertiente occidental con la vertiente oriental del Ecuador.....	34
3. La vertiente occidental, sus cuencas hidrográficas y las zonas ictiohidrográficas.....	36
3.1 Uso del suelo	36
3.2. Cuencas hidrográficas y zonas ictiohidrográficas.....	38
3.2.1. Zona Santiago-Cayapas (ZSC)	39
3.4. Zona Esmeraldas	39
3.5. Zona Guayas.....	39
3.6. Catamayo.....	41
4. Relaciones entre las zonas ictiohidrográficas	41
5. Limitaciones	43
6. Conclusiones.....	43
Agradecimientos	44
Bibliografía	44

Introducción

Los peces de agua dulce del Ecuador están entre los vertebrados más diversos, pero menos estudiados del país. La riqueza, distribución y composición de la ictiofauna continental del Ecuador es determinada principalmente por la cordillera de los Andes. De los 256 624 km² de área del Ecuador continental, el 49 % se encuentra al oeste de la divisoria de la cordillera de los Andes y drena hacia el océano Pacífico (región trasandina) y el 51 % está al este (región cisandina) y drena, a través del río Amazonas, hacia el Océano Atlántico (UICN, Secretaría Nacional del Agua y Comunidad Andina 2009). Aunque estas regiones tienen áreas similares, los ríos de la vertiente oriental están en una región de alta precipitación y bosque húmedo, y forman parte de la gran cuenca del río Amazonas que recorre casi todo el ancho de Sud América hasta drenar en el Océano Atlántico. Estos ríos están habitados por algunas de las comunidades de peces más diversas del mundo (Barriga, 2012; van der Sleen & Albert, 2018).

En la vertiente occidental, los ríos son mucho más pequeños debido a que los Andes están muy cerca al Océano Pacífico y la región es generalmente más seca, aunque hay un gradiente de precipitación de norte a sur. La región noroccidental cerca de Colombia tiene un nivel alto de precipitación que va disminuyendo hacia el sur. La diversidad biológica es mucho menor en la Costa que en el Oriente pero la proporción de especies endémicas en la Costa suele ser alta (Bonifaz & Cornejo, 2004; Dodson et al., 1985; Dodson & Gentry, 1978). Esto probablemente se debe al aislamiento de la región durante millones de años debido al levantamiento de la cordillera los Andes (Albert et al., 2011). Los peces de agua dulce de la vertiente occidental exhiben este patrón, baja diversidad en comparación con las comunidades de la vertiente oriental pero uno de los niveles más altos de endemismo de todo Sud América (Barriga, 2012; Jiménez-Prado et al., 2015).

Muchas de las cuencas de la vertiente occidental han sido severamente degradadas por la conjunción de varios de factores incluyendo la deforestación, el excesivo pastoreo, la agricultura en suelos inapropiados, la contaminación urbana e industrial, la minería ilegal, obras de ingeniería necesarias sin adecuadas medidas de mitigación y control de impactos, etc., por lo que es probable que la abundancia y diversidad de peces esté declinando en algunos ríos. Aunque Barriga (2012) y Jiménez-Prado et al. (2015) presentan listados de especies para las cuencas principales de la vertiente occidental, no ha habido estudios sistemáticos que cuantifiquen como difiere la ictiofauna entre las cuencas de la región.

En este capítulo, resumimos los conocimientos actuales sobre la distribución geográfica de la diversidad taxonómica y ecológica de los peces de agua dulce de la vertiente occidental del Ecuador a base de la literatura y de nuestras colectas. Empezamos describiendo la diversidad de peces en la región, comparando su diversidad taxonómica con la de la vertiente oriental del Ecuador y resaltando grupos que están sobre- o sub-representados en la región Costa. Luego, describimos las características de las principales cuencas geográficas de la vertiente occidental como parte de las zonas ictiohidrográficas del Ecuador (Barriga, 2012). Mediante métodos cuantitativos de agrupamiento, examinamos las relaciones entre las zonas ictiohidrográficas de la región con base en la composición de las comunidades de peces que habitan en ellas. Finalizamos resaltando cómo cambia la diversidad taxonómica y ecológica de peces entre las principales cuencas hidrográficas de la vertiente occidental, y hacemos recomendaciones para futuros estudios.

1. Métodos

1.1. Listado y distribución geográfica de las especies

se utilizó como base la lista elaborada por Barriga (2012), revisada y modificada por Jiménez Prado et al. (2015). A esta última, se han agregado las especies recientemente descritas y nuevos registros para el oeste de Ecuador, formalmente publicados o producto de nuestras colecciones. En algunos casos se han realizado correcciones taxonómicas. Para las zonas ictiohidrográficas, seguimos el esquema general de Barriga (2012), quien dividió a la vertiente occidental en cinco zonas: (1) Intermareal, (2) Santiago-Cayapas, (3) Esmeraldas, (4) Guayas, y (5) Catamayo. Detalles sobre los límites geográficos de estas zonas se encuentran en la sección sobre las cuencas hidrográficas y las zonas ictiohidrográficas. Especies registradas exclusivamente como intermareales por Barriga (2012) no han sido incluidas con la excepción de las especies que se colectan con frecuencia en agua dulce. Para la zona de Catamayo, se usó la reciente publicación de Villamarín-Cortez et al. (2018), que incluye un número significativo de especies adicionales para esta zona que no estaban incluidos en los trabajos de Barriga (2012) o Jiménez-Prado (2015). Sin embargo, decidimos no incluir *Brycon oligolepis*, *Pseudocurimata boehlkei* o *Saccodon terminalis* para esta zona, a pesar de que fueron listadas por Villamarín-Cortez, hasta que su presencia sea verificada en estudios adicionales. La especie *Pristis pristis* ha sido reportada históricamente en ríos de la Costa del Ecuador (Barriga, 2012), pero no existen registros reciente en agua dulce por lo que no se la incluyó. En el Apéndice 1 se incluye un listado de especies por zona ictiohidrográfica con las fuentes que justifican su inclusión.

Para la comparación entre las ictiofaunas de las vertientes occidentales y orientales, se usó la lista de especies de la vertiente occidental y la lista de especies del Oriente compilada por Barriga (2012). El número de especies por orden y por familia para la vertiente occidental y oriental están listadas en los Apéndices 2 y 3.

1.2. Relaciones entre las zonas ictiogeográficas

Para cuantificar la relación entre las zonas ictiohidrográficas, se calculó el índice de disimilitud de Jaccard a partir de los datos de presencia/ausencia de especies en las cuatro zonas incluidas usando el paquete Vegan (Oksanen et al., 2019) en el programa estadístico R (R Core Team, 2020). Este índice se calcula con la ecuación:

$$2b / (1+b)$$

Donde b es el índice de Bray-Courtis computado como:

$$(A + B - 2 J) / (A + B)$$

Donde A es el número de especies en la primera zona, B es el número de especies en la segunda zona y J es el número de especies compartidas entre las dos zonas (Gardener, 2014).

Una vez calculado el índice de disimilitud de Jaccard, este se usó para crear un árbol de *Neighbor-Joining* (Figura 9) en el paquete Ape (Paradis & Schliep, 2019), que muestra gráficamente la relación entre las cuatro zonas ictiohidrográficas.

1.3. Límites de las cuencas hidrográficas y uso del suelo

Los límites de las cuencas hidrográficas se obtuvieron de la cartografía a escala 1:50 000 de las Unidades hidrográficas nivel 5, del año 2014, elaborada por la ex SENAGUA, hoy Ministerio del Ambiente y Agua (SENAGUA, 2014). Para resaltar la pérdida y degradación de hábitats originales en la zona occidental del Ecuador, se elaboró un mapa de uso del suelo sobre la base de las cartas de uso del suelo a escala 1:25.000, generadas entre los años 2009-2015, por el programa SIGTIERRAS del Ministerio de Agricultura y Ganadería (IEE, MAGAP, & CGSIN 2009-2015).

1.4. Mapa de las zonas ictiohidrogeográficas

Con el fin de mejorar la precisión de los límites de las zonas de distribución de peces, sobre el mapa de zonas ictiohidrogeográficas publicado por Barriga (2012) se superpusieron los mapas: Nivel 5 de cuencas hidrográficas elaborado por SENAGUA (2014), el mapa de manglares y camaroneras de Ecuador (para delimitar la denominada Zona intermareal), el de las zonas áridas (sin cuerpos de agua permanentes) tomadas del mapa ombrotérmico elaborado por el Ministerio del Ambiente (para delimitar la zona sin cuerpos de agua permanentes) y la línea de 1.000 m de altitud como referencia.

2. La ictiofauna de la vertiente occidental del Ecuador

2.1. Diversidad de la ictiofauna

los peces que habitan en los ríos de la vertiente occidental del Ecuador generalmente pertenecen a las mismas familias y órdenes que se encuentran en las grandes cuencas hidrográficas neotropicales (Albert et al., 2011; Nelson et al., 2016; van der Sleen & Albert, 2018).

Existen por lo menos 113 especies de peces de agua dulce en la vertiente occidental, que están distribuidas en 12 órdenes y 30 familias, casi todas del superorden Ostariophysii, que incluye los órdenes Characiformes, Siluriformes, y Gymnotiformes, que predominan en la región. Tal como ocurre en otras cuencas continentales de Sud América y del mundo (Albert et al., 2011; Nelson et al., 2016).

Nelson et al. (2016) indican que el 68 % de los peces de agua dulce del mundo pertenece a este superorden. De las 113 especies de peces de agua dulce en la vertiente occidental del Ecuador, 85 (75.2 %) pertenecen a este grupo, por lo que están sobre-representadas con respecto al promedio mundial. Los Characiformes y Siluriformes están muy por encima de los demás órdenes en el número de especies con 39 y 41 especies respectivamente. Juntos, estos dos órdenes incluyen el 70.8 % de las especies de la región. Hay nueve familias en

el orden Characiformes, la familia Characidae es la más diversa con 19 especies, seguida por las familias Bryconidae y Curimatidae, ambas con cinco especies. Las otras familias tienen apenas de una a tres especies en la región. El orden Siluriformes incluye seis familias, donde predominan la familia Astroblepidae con 14 especies y la familia Loricariidae con 12 especies. Los siguientes nueve órdenes son mucho menos diversos; el único que posee más de 10 especies es el orden Gobiiformes con 11 especies, algunas de las cuales son más estuarinas que de agua dulce. Las especies derivadas de grupos oceánicos y estuarinos como miembros de las familias Gobiidae, Eleotridae, y Mugillidae, son relativamente comunes (Jiménez-Prado et al., 2015), debido a su cercanía al mar. Los restantes nueve órdenes poseen cinco o menos especies (Apéndice 1).

2.2. Diversidad taxonómica y ecológica por orden:

2.2.1. Characiformes: Además de su alta diversidad taxonómica, los Characiformes (Figura 1) son extremadamente diversos ecológicamente y cumplen roles importantes en los ecosistemas en los que habitan. Incluyen especies herbívoras, detritívoras, omnívoras generalistas, depredadores grandes y especializados, que ocupan posiciones cerca del tope de la cadena alimenticia en los ríos de la región.

La familia Characidae (Figura 1A) es la familia más diversa para la región con 19 especies en su mayoría relativamente pequeñas y omnívoras, que se alimentan generalmente de insectos, pequeños invertebrados, material vegetal y larvas de peces. Esta alta cantidad de especies coincide con la alta diversidad de la familia en la región Neotropical con más de 1 100 especies (Van der Sleen et al., 2018). Especies de esta familia suelen tener, por su abundancia, roles importantes en el ecosistema como parte de la red; frecuentemente son los pequeños peces plateados que se ven nadando en pequeños o grandes cardúmenes en los ríos de la región. Además, son una fuente de alimento importante para especies depredadoras de importancia comercial.

La familia Gasteropelecidae (Figura 1B) es una familia de peces pequeños muy especializados morfológicamente. Especies de esta familia tienen una quilla ventral fuertemente expandida que les permite maniobrar con mucha velocidad cerca de la superficie en busca de insectos que caen al río. Debido a la forma de su cuerpo, son conocidos como los peces hacha de agua dulce, *freshwater hatchetfish*, en inglés (Nelson et al., 2016). En la vertiente occidental del Ecuador, solo existe una especie, *Gasteropelecus maculatus*, restringida a aguas claras en las partes bajas de la cuenca de Santiago-Cayapas. Esto constituye el límite extremo sur para la especie que llega, por el norte, hasta Panamá (Maldonado-Ocampo et al., 2012).

Dos familias cuyos representantes en la vertiente occidental del Ecuador tienen características omnívoras/generalistas son las familias Lebiasinidae (Figura 1C) y Anostomatidae (Figura 1D) (Barnhill Les et al., 1974; Jiménez-Prado et al., 2015). La familia Lebiasinidae está representada en la vertiente occidental por tres especies del género *Lebiasina*, que frecuentemente se conocen con el nombre común de huaija, son omnívoras y oportunistas (Jiménez-Prado et al., 2015). Los lebiasínidos son bentónicos y viven en hábitats de aguas lentas como humedales, posas, y piscinas a las orillas de los ríos. La especie con la distribución más amplia es *L. bimaculata* que se distribuye en toda la región occidental del Ecuador hasta el norte de Perú (W. Aguirre, 2013; Froese & Pauly, 2020). Esta especie tiene la habilidad de tolerar aguas de calidad pobre (anóxicas) y sobrevivir en pequeñas pozas, cuando los ríos estacionales se secan. La familia Anostomidae es diversa y muy importante ecológicamente en otras regiones de Sudamérica donde existe 14 géneros con 160 especies (Sidlauskas & Birindelli, 2018). En la vertiente occidental del Ecuador existe una sola especie que está restringida a la cuenca del río Guayas (*Leporinus ecuadorensis*), conocida comúnmente como ratón. Esta especie es omnívora alimentándose de insectos, frutas, plantas, peces pequeños y material orgánico del fondo (Barnhill Les et al., 1974), común en representantes de esta familia (Sidlauskas & Birindelli, 2018). También es una especie importante para la pesca (Revelo & Laaz, 2012).

Las familias con mayores hábitos depredadores en el Orden Characiformes en la vertiente occidental son las familias Bryconidae (Figura 1E) y Erythrinidae (Figura 1F). Los bricónidos incluyen cinco especies en la vertiente occidental. Aunque en general son omnívoros, llegan a medir más de 30 cm de longitud, por lo que pueden ser importantes depredadores de invertebrados y peces, en ríos y embalses de la cuenca del río Guayas; por ejemplo *Brycon alburnus*, conocida comúnmente como dama, que además tiene importancia comercial. Los eritrínidos en cambio, incluyen dos especies dentro de un solo género (*Hoplias*), conocidas con el nombre común de “guanchiche”. *Hoplias* es un género de depredadores feroces con dientes grandes y una mordida que puede ser peligrosa para los seres humanos que intenten atraparlos; el guanchiche se esconde en el fondo o entre estructuras vegetales, donde atacan a sus presas con movimientos rápidos y violentos, pudiendo alimentarse de invertebrados o peces relativamente grandes. En un estudio de sus contenidos estomacales, especímenes de *Hoplias*, frecuentemente contenían un solo pez muy grande en su aparato digestivo (Granda Pardo & Montero Loayza, 2015). Las dos especies de la vertiente occidental se distribuyen en diferentes cuencas: *Hoplias microlepis* se encuentra en el suroccidente desde la cuenca del río Guayas hasta el norte de Perú, mientras que *H. malabaricus* se encuentra en las cuencas de Esmeraldas y Santiago-Cayapas en el noroccidente del Ecuador, en ríos de las cuencas amazónicas del Ecuador, y en muchos otros ríos de Sudamérica, siendo una de las especies neotropicales con mayor rango de distribución.

El Orden Characiformes también incluye una familia de peces herbívoros adaptados para raspar algas del fondo en ríos rocosos de corriente fuerte, la familia Parodontidae (Figura 1G). Estos peces tienen un cuerpo adaptado, en su forma, para tolerar corrientes fuertes, una boca ventral o subterminal, y dientes especializados para raspar, que pueden variar considerablemente entre individuos (Roberts, 1974). Existen 32 especies en tres géneros en Sudamérica, pero en la vertiente occidental, la familia Parodontidae incluye solo

dos especies, ambas en el género *Saccodon* (Van der Sleen & Albert, 2018d). *Saccodon wagneri* es la más ampliamente distribuida, encontrándose desde la cuenca del río Guayas hasta el norte de Perú (Jiménez-Prado et al., 2015); en cambio *Saccodon terminalis* está restringida a la cuenca del río Guayas. *S. terminalis*, en algunos casos, parece que es fácilmente confundida con juveniles de *S. wagneri*, por lo que resulta difícil su verificación en algunas colecciones (Pavanelli & Starnes, 2015). El género *Saccodon* solo se encuentra en la región transandina.

Las últimas dos familias del orden Characiformes que se encuentran en la vertiente occidental son las familias Curimatidae (Figura 1H) y Prochilodontidae (Figura 1I), son detritívoras, alimentándose de material orgánico en el fondo de los ríos y humedales (Barnhill Les et al., 1974; Jiménez-Prado et al., 2015; van der Sleen & Albert, 2018). La familia Curimatidae es muy diversa y ecológicamente importante en Sudamérica, incluye 105 especies en ocho géneros (Frable, 2018). En la vertiente occidental del Ecuador hay cinco especies, todas dentro del

género *Pseudocurimata*, presente en diferentes cuencas, de tal manera que, al menos una especie del género hay en cada una de las zonas ictiohidrográficas de la región, ocupando el rol de especialista detritívora. Especies de este género son importantes por su uso comercial (Jiménez-Prado et al., 2015; Vari, 1989) y llegan a ser especialmente abundantes en algunos embalses. La familia Prochilodontidae es menos diversa en Sudamérica, con 21 especies en tres géneros, pero también son importantes ecológicamente por su abundancia y hábitos migratorios (Melo & Sidlauskas, 2018). En la vertiente occidental ecuatoriana existe una sola especie (*Ichthyoelephas humeralis*), conocida con el nombre de bocachico, se encuentra principalmente en la cuenca del río Guayas. Esta especie tiene una boca altamente especializada para consumir detritus y exhibe migraciones importantes (Barnhill Les et al., 1974), también es una especie altamente apetecida por su carne y está bajo bastante presión pesquera en el Ecuador. Cabe indicar que los dos géneros, *Pseudocurimata* e *Ichthyoelephas*, están restringidos a la región transandina de Sudamérica.

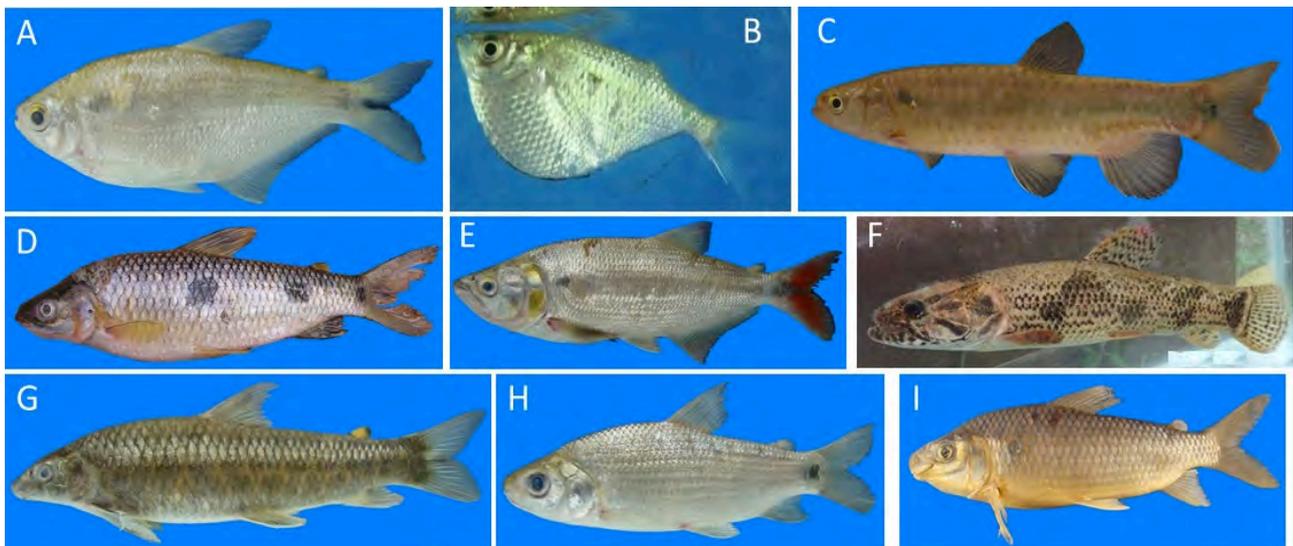


Figura 1. Representantes de las familias del orden Characiformes en la vertiente occidental del Ecuador. A. Characidae - *Eretmobrycon bucayensis*. B. Gasteropelecidae - *Gasteropelecus maculatus*. C. Lebiasinidae - *Lebiasina bimaculata*. D. Anostomidae - *Leporinus ecuadorensis*. E. Bryconidae - *Brycon alburnus*. F. Erythrinidae - *Hoplias microlepis*. G. Parodontidae - *Saccodon wagneri*. H. Curimatidae - *Pseudocurimata troschelli*. I. Prochilodontidae - *Ichthyoelephas humeralis*. Los especímenes no están a escala. Fotos tomadas de Aguirre et al. (2021).

2.2.2. Siluriformes: El otro orden dominante en la vertiente occidental es el orden Siluriformes (Figura 2). Los Siluriformes de la región son también importantes ecológicamente, ocupando diferentes roles en los ecosistemas que habitan, incluyen familias con especies omnívoras, herbívoras y carnívoras. Sin embargo, las dos familias más diversas en la región son Astroblepidae y Loricariidae, altamente especializadas ecológica y morfológicamente.

La familia Cetopsidae (Figura 2A) incluye a los bagres ciegos caracterizados por tener ojos muy reducidos en tamaño (Jiménez-Prado et al., 2015). Esta familia solo incluye 4 especies en los géneros, *Cetopsis* y *Paracetopsis* en la vertiente occidental en comparación con 8 especies en tres géneros hacia la vertiente oriental (Barriga, 2012), hay descritas en total 39 especies en 5 géneros para la familia (Van der Sleen & Albert, 2018a). Cabe indicar que el género *Paracetopsis* está restringido a la vertiente occidental para el Ecuador (Barriga, 2012). Especies de esta familia suelen alimentarse de insectos terrestres que caen al río (Van der Sleen & Albert, 2018a), aunque especímenes grandes son carnívoros y han sido reportados como piscívoros para el Ecuador (Barnhill Les et al., 1974).

La familia Trichomycteridae (Figura 2B) es otra familia altamente especializada en su morfología que es fácil de distinguir de otros Siluriformes porque incluye especies de cuerpo muy alargado. En la vertiente occidental hay solo cuatro especies en los géneros *Ituglanis* y *Trichomycterus*, comparado con aproximadamente 28 especies para la vertiente oriental (Barriga, 2012) y más de 240 especies descritas en 41 géneros para toda la familia (Fernández, 2018). Aunque este grupo presenta adaptaciones tróficas altamente especializadas en otras regiones (Fernández, 2018), las especies de la vertiente occidental presentan hábitos alimenticios generalistas, alimentándose principalmente de pequeños invertebrados. Habitan riachuelos de fondos rocosos, donde se esconden en el día, y aguas corrientes o de flujo moderado (Jiménez-Prado et al., 2015). Pueden ser muy abundantes en algunos sitios.

Con 14 especies en la vertiente occidental, la familia Astroblepidae (Figura 2C), es la que tiene el mayor número de especies registradas para esta

región. Este número es alto comparado con las 24 especies registradas para el Ecuador (Barriga, 2012; Jiménez-Prado et al., 2015). *Astroblepus* es el único género en la familia e incluye por lo menos a 58 especies válidas (Nelson et al., 2016; Van der Sleen & Albert, 2018c) que se distribuyen desde Panamá hasta Bolivia en ríos de la cordillera de los Andes (Schaefer & Arroyave, 2010). De las 14 especies registradas para la vertiente occidental, 9 son endémicas para el Ecuador. El alto nivel de endemismo que presenta esta familia se debe a que los astroblépidos generalmente están adaptados a zonas con alturas mayores a los 1 000 m, donde quedan aislados de poblaciones que habitan ríos en otras montañas, lo cual ha facilitado la formación de nuevas especies (Schaefer & Arroyave, 2010; Van der Sleen & Albert, 2018c). Aunque pueden encontrarse en sitios por debajo de los 300 m de altura en esta misma región (Jiménez-Prado et al., 2015). En muchas de las cuencas de la vertiente occidental, es el género de peces nativo que se encuentra a mayor elevación, encontrándose hasta por encima de los 3000 m de altura (Jiménez-Prado et al., 2015), y en ocasiones es el único pez en quebradas de altura. Especies de *Astroblepus* se conocen comúnmente como preñadillas en el Ecuador, la mayoría de estos peces son relativamente pequeños, midiendo 10 cm o menos de longitud, aunque algunas pueden llegar a tallas mayores. Las preñadillas carecen de escamas o armadura externa y tienen la boca en forma de disco con labios carnosos y una aleta pélvica modificada, a manera de ventosa, que les sirve para agarrarse a las rocas en ríos de corriente fuerte y para trepar por cascadas para colonizar nuevos hábitats (Schaefer & Arroyave, 2010; Van der Sleen & Albert, 2018c). Ecológicamente, los astroblépidos se alimentan mayoritariamente de pequeños insectos y otros invertebrados (Van der Sleen & Albert, 2018c).

La familia Loricariidae (Figura 2D) es la segunda familia más diversa para el orden en la región con 12 especies en siete géneros, mientras que existen aproximadamente 95 especies en la vertiente oriental del Ecuador (Barriga, 2012) y 924 especies en 99 géneros para toda la familia (Armbruster et al., 2018). Los loricáridos difieren morfológicamente de otros Siluriformes porque están adaptados para vivir sobre el fondo en ríos con fuerte corriente y tienen cuerpos dorso-ventralmente aplanados y bocas modificadas, que usan para raspar material vegetal y orgánico de

piedras y madera sumergida; también tienen el cuerpo cubierto por una fuerte armadura, formada por numerosas placas (Armbruster et al., 2018). Aunque su hábitat es similar, entre especies pueden diferir en los detalles de su ecología, de tal manera que varias especies pueden coexistir en la misma comunidad.

La familia Pseudopimelodidae (Figura 2E) incluye tres especies en dos géneros, *Microglanis* y *Batrachoglanis*, mientras que hay 5 especies en la vertiente oriental (Barriga, 2012), y 39 especies en 6 géneros en total para la familia (Shibatta & Van der Sleen, 2018). Las especies de este grupo han sido muy poco estudiadas en la región occidental, al punto en que se siguen describiendo nuevas especies (e.g. *Microglanis berbixae*. Tobes et al., 2020). La otra especie de este género, *Microglanis variegatus*, es una especie de talla muy pequeña, casi miniatura, que no pasa de los 6 cm de longitud (Jiménez-Prado et al., 2015). Ha sido reportada como una especie de hábitos nocturnos (Jiménez-Prado et al., 2015); otras especies del género, en la cuenca del río Amazonas, se alimentan de larvas de insectos y algas (Shibatta & Van der Sleen, 2018).

La familia Heptapteridae (Figura 2F) cuenta con cuatro especies en la vertiente occidental, tres en el género *Pimelodella* y una en el género *Rhamdia*, mientras que en existen aproximadamente 22 especies en la vertiente oriental (Barriga, 2012) y 210 especies en 24 géneros para toda la familia (Bockmann & Slobodian, 2018). Especies de esta familia presentan la forma y ecología típica de bagres de río y son comúnmente llamadas barbudos o bagres, entre otros nombres. Las especies de *Pimelodella* son pequeñas a medianas con una morfología muy similar al resto de los Siluriformes, pueden ser abundantes en algunos ríos, son omnívoras y oportunistas, habitando en la columna de agua o sobre el fondo. *Rhamdia* es un pez más robusto que alcanza tallas más grandes, llega hasta los 40 cm de longitud total, por lo que es también una especie de importancia comercial (Barnhill Les et al., 1974; Jiménez-Prado et al., 2015). Los organismos de talla grande pueden ser importantes depredadores de peces (Barnhill Les et al., 1974), aunque también ha sido reportada como una especie omnívora que se alimenta de invertebrados y otro material orgánico (Jiménez-Prado et al., 2015).

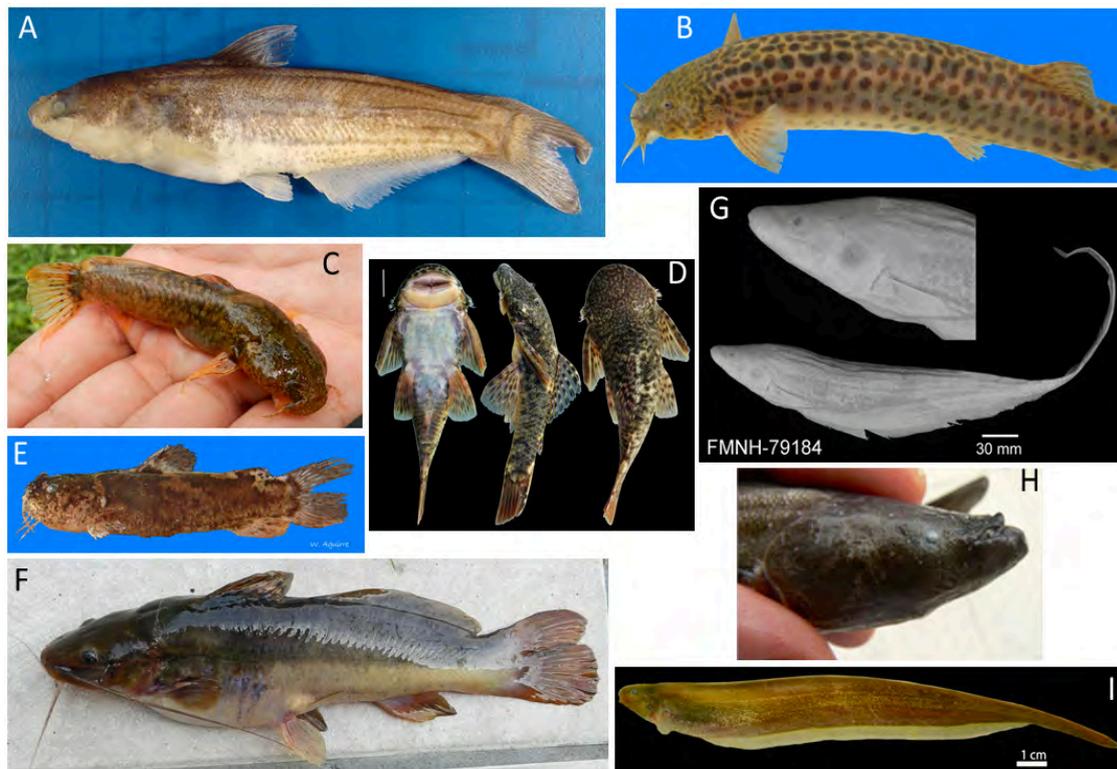


Figura 2. Representantes de las familias de los órdenes Siluriformes y Gymnotiformes en la vertiente occidental del Ecuador. A. Cetopsidae - *Paracetopsis bleekeri*. B. Trichomycteridae - *Ituglanis laticeps*. C. Astroblepidae - *Astroblepus* sp. D. Loricariidae - *Transancistrus santarosensis*. E. Pseudopimelodidae - *Microglanis variegatus*. F. Heptapteridae - *Rhamdia cinerascens*. G. Sternopygidae - *Sternopygus arenatus*. H. Gymnotidae - *Gymnotus esmeraldas*. I. Hypopomidae - *Brachyhypopomus palenque*. Fotos tomadas de Aguirre et al. (2021).

2.2.3. Gymnotiformes: Son peces nocturnos de cuerpo alargado (Figura 2), conocidos por emitir descargas eléctricas (Nelson et al., 2016). Así como los órdenes Characiformes y Siluriformes, también pertenecen al superorden Ostariophysi, pero son exclusivamente neotropicales y poco diversos. Este grupo incluye cinco especies para la vertiente occidental del Ecuador, que pertenecen a cuatro familias, Sternopygidae (Figura 2G), Apterontidae, Gymnotidae (Figura 2H), Hypopomidae (Figura 2I); lo cual indica una alta divergencia filogenética entre las pocas especies presentes en el área. Por otro lado, se han registrado aproximadamente 41 especies en cinco familias en la vertiente oriental (Barriga, 2012) y aproximadamente 208 especies en total, dentro de cinco familias (Nelson et al., 2016). Son más comunes en aguas relativamente lentas de fondos arenosos o entre vegetación, donde se alimentan de invertebrados y peces pequeños (Jiménez-Prado et al., 2015). Los individuos de talla grande, del género *Sternopygus*, son capturados para el consumo humano (Revelo & Laaz, 2012).

2.2.4. Cyprinodontiformes: Este orden está representado en la vertiente occidental solo por la familia Poeciliidae (Figura 3A), e incluye dos especies nativas de agua dulce del género *Pseudopoecilia* (Jiménez-Prado et al., 2015), aunque es probable que existan más especies nativas aún no descritas. También incluye varias especies introducidas como el guppy (*Poecilia reticulata*). Los poeciliidos solo se encuentran en la vertiente occidental del Ecuador, mientras que en la vertiente oriental, del mismo orden, registran siete especies de la familia Rivulidae (Barriga, 2012). Los poeciliidos son peces vivíparos de talla muy pequeña que se alimentan de pequeños invertebrados, zooplancton y larvas de insectos (Jiménez-Prado et al., 2015). Debido a su reproducción vivípara, pueden aumentar su tamaño poblacional rápidamente y ser muy abundantes en algunos sitios. Las especies nativas de *Pseudopoecilia* están entre las más pequeñas de la región y son abundantes en aguas relativamente quietas.

2.2.5. Beloniformes: Este orden incluye especies que son comunes en el mar y en estuarios (Nelson et al., 2016). Está representado solo por una especie de la familia Belontiidae (Figura 3 B) en aguas dulces de la vertiente occidental (Jiménez-Prado et al., 2015). Los belónidos son muy distintivos morfológicamente por presentar mandíbulas alargadas con muchos dientes pequeños. *Strongylura fluviatilis* es una especie piscívora que puede alcanzar tallas de hasta 50 cm de longitud (Jiménez-Prado et al., 2015).

2.2.6. Synbranchiformes. Los Synbranchiformes están representados solo por una especie de la familia Synbranchidae. *Synbranchus marmoratus* (Figura 3C) tiene una distribución muy amplia en Centro y Sudamérica, siendo una de las pocas especies registrada tanto en la vertiente occidental como la oriental del Ecuador (Jiménez-Prado et al., 2015). Es posible que esta especie corresponda a varias especies morfológicamente similares (Van der Sleen & Albert, 2018b). Morfológicamente es muy distintiva por presentar un cuerpo muy alargado en forma de anguila y carecer de escamas, aletas y opérculo (Jiménez-Prado et al., 2015). Se trata de una especie carnívora que se alimenta de macroinvertebrados y peces pequeños (Jiménez-Prado et al., 2015). Se entierra en el lodo, posee la capacidad de tomar oxígeno del aire por lo que puede vivir en pantanos y pozas con aguas poco oxigenadas (Van der Sleen & Albert, 2018b).

2.2.7. Sygnathiformes: Este es otro orden que es principalmente marino y es muy distintivo morfológicamente, incluye a los caballitos de mar (Nelson et al., 2016). En la vertiente occidental, el orden está representado por una sola especie en la familia Sygnathidae (Figura 3D), que habita aguas dulces en ríos de la costa donde la vegetación es abundante (Jiménez-Prado et al., 2015). *Pseudophallus starskii* tiene un cuerpo alargado cubierto de placas óseas y se alimenta de pequeños invertebrados y zooplancton.

2.2.8. Perciformes. Los Perciformes es uno de los órdenes más diversos de peces en el mundo, especialmente en sistemas marinos. En agua dulce, su diversidad es mucho menor. Nelson et

al. (2016) reportan 2 248 especies y 62 familias en este Orden. En aguas continentales de la vertiente occidental del Ecuador, los Perciformes están representado por una corvina, de la familia SCIAENIDAE (*Cynoscion albus*) (Figura 3E) y una especie de la familia Haemulidae (*Pomadasys bayanus*) (Figura 3F).

Aunque existe poca información sobre estas especies en el Ecuador, ambas son originalmente estuarinos/marinos, por lo que es común encontrarlas en ríos grandes o cerca de áreas donde hay influencia estuarina. *Pomadasys bayanus* crece hasta 36 cm de longitud total, está bien adaptado a ríos de agua dulce, se encuentra desde Baja California hasta Perú (McKay y Schneider, 1995). Se alimenta de peces, crustáceos y camarones de río (Bussing, 2002). *Cynoscion albus* es una especie depredadora que puede llegar a medir hasta 70 cm de longitud. Probablemente se alimenta de invertebrados y peces, como otras especies de este género, aunque no conocemos de estudios específicos para esta especie en la región. Cabe indicar que hay varias otras especies de corvinas en los géneros *Cynoscion* e *Isopisthus* en el Ecuador, pero las demás son estuarinas u oceánicas, rara vez ingresan a ríos de agua dulce. Debido al valor comercial que tienen las corvinas, es posible que esté bajo fuerte presión pesquera. Otros representantes del orden Perciformes, como los róbalo (Centropomidae) que entran ocasionalmente a ríos de agua dulce.

2.2.9. Cichliformes. Están representados en la vertiente occidental por cinco especies, en dos géneros y una sola familia, Cichlidae (Figura 3H). Esta diversidad es relativamente baja, dado que los cíclidos son una de las familias más diversas del mundo con más de 1 650 especies distribuidas en las Américas, África, India y el Medio Oriente; caracterizada por grandes y diversas comunidades en lagos de África y Centro América (Kullander et al., 2018). En Sudamérica existen alrededor de 415 especies (Kullander et al., 2018) y en la vertiente oriental del Ecuador existen alrededor de 34 especies nativas (Barriga, 2012). Las tilapias son cíclidos africanos que también han sido introducidos en ríos de las vertientes occidental y oriental del Ecuador (Jácome et al., 2019). Las especies nativas de la vertiente occidental son

conocidas como viejas y sus hábitos varían entre omnívoras a depredadoras que se alimentan de invertebrados o peces pequeños. Las especies de *Mesoheros* (previamente *Cichlasoma*) crecen considerablemente y son más piscívoras que las especies de *Andinoacara* (previamente *Aequidens*). Las especies de ambos géneros son de importancia comercial y se encuentran en sitios de baja a mediana elevación, prefiriendo aguas de poca corriente.

2.2.10. Mugiliformes. Los Mugiliformes (Figura 3I) incluyen la familia Mugilidae que es común y ecológicamente importante en estuarios (Nelson et al., 2016), en el Ecuador se los conoce como lisas. Una especie de esta familia, es común en sistemas de agua dulce de la vertiente occidental, *Agonostomos monticola*, conocida como la lisa de montaña. Esta especie tiene una distribución amplia en Centro y Sudamérica, y es migratoria, bajando al mar a desovar. Los juveniles migran río arriba llegando hasta los 650 m de altitud (Jiménez-Prado et al., 2015). Ecológicamente, es una especie omnívora que se puede alimentar de detritus, algas, invertebrados y peces pequeños.

2.2.11. Gobiiformes. Es un orden principalmente marino y estuarino, que incluye 11 especies registradas comúnmente en agua dulce, en la vertiente occidental del Ecuador. Estas especies pertenecen a dos familias, las familias Gobiidae (Figura 3J) y Eleotridae (Figura 3K) (Jiménez-Prado et al., 2015). La familia Gobiidae, es una de las más diversas del mundo e incluye aproximadamente 1 359 especies, la gran mayoría de las cuales son marinas (Nelson et al., 2016). En la vertiente occidental del Ecuador la mayoría de especies de góbidos son estuarinas, siendo los géneros *Sicydium* y *Awaous* los que habitan principalmente en agua dulce. *Awaous* tiene una distribución amplia en Centro y Sudamérica y encuentra, principalmente en sitios de baja elevación cerca de la costa, es omnívora, se alimenta de material vegetal, detritus y pequeños invertebrados (Jiménez-Prado et al., 2015). *Sicydium* incluye dos especies en la vertiente occidental con distribución geográfica mucho más restringida que *Awaous*. Las especies de

Sicydium son altamente migratorias, viviendo en agua dulce la mayoría de su vida pero bajan al mar a reproducirse; luego, los juveniles suben río arriba, ocasionalmente llegando a elevaciones moderadas, comúnmente a más altitud que *Awaous*. En ríos de la vertiente occidental, adultos de *Sicydium* se encuentran en hábitats de aguas corrientosas y fondos rocosos (Jiménez-Prado et al., 2015). La familia Eleotridae también es estuarina y de agua dulce, incluye especies que se encuentran principalmente en las partes bajas de los ríos cerca de áreas donde hay influencia marina. Se alimentan de invertebrados, peces pequeños y material orgánico, e incluyen especies de importancia comercial como el chame, *Dormitator latifrons* (Jiménez-Prado et al., 2015).

2.2.12. Pleuronectiformes: Este orden es principalmente marino y estuarino e incluye a los lenguados, especies altamente divergentes morfológicamente de otros grupos (Figura 3G). Viven sobre el fondo, con el que se camuflan, exhiben asimetría bilateral extrema, acostándose sobre uno de los costados de sus cuerpos. El orden es muy diverso a nivel mundial e incluye a 772 especies en 14 familias. En la vertiente occidental del Ecuador hay cuatro especies en dos géneros, *Achirus* y *Trinectes* (Achiridae), que ocasionalmente son colectadas en ríos de agua dulce. Los lenguados de la familia Achiridae se alimentan principalmente de crustáceos y lombrices.

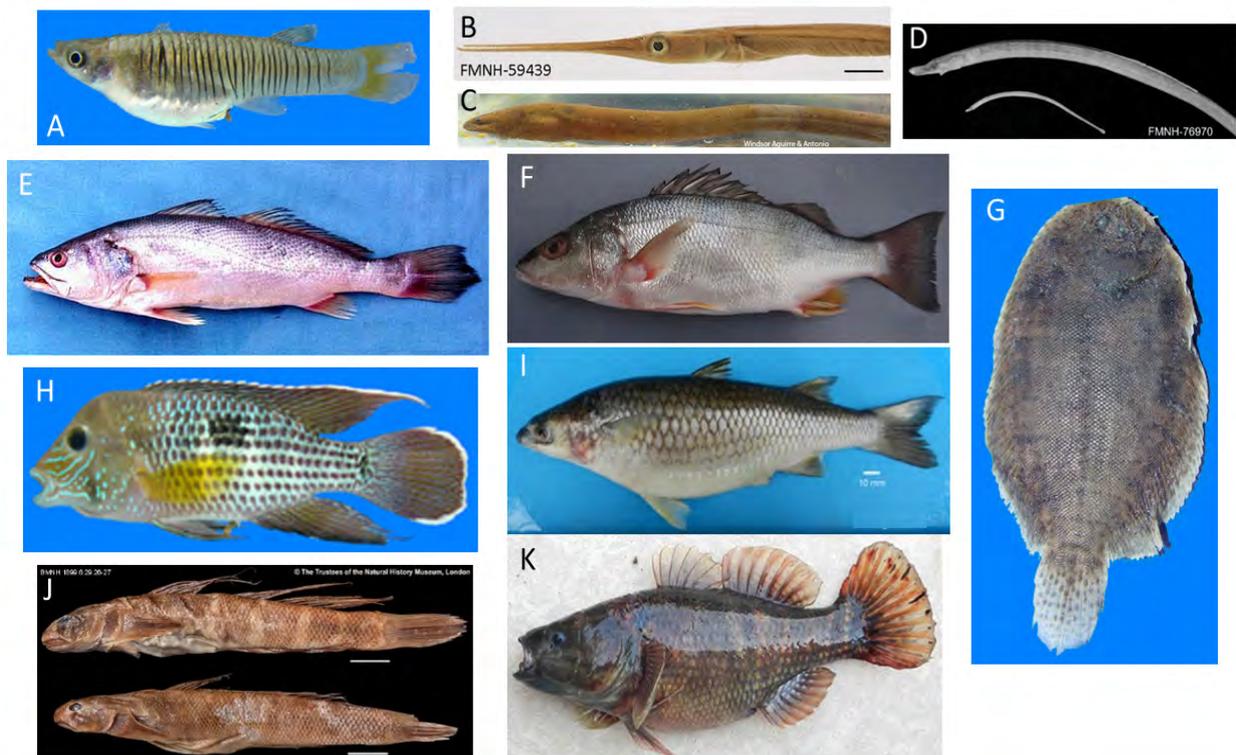


Figura 3. Representantes de familias de otros órdenes menores en la vertiente occidental del Ecuador. A. Cyprinodontiformes – Poeciliidae – *Pseudopoecilia* sp. B. Beloniformes – Belonidae – *Strongylura fluviatilis*. C. Synbranchiformes – Synbranchidae – *Synbranchus marmoratus*. D. Syngnathiformes – Syngnathidae – *Pseudophallus starskii*. E. Perciformes – Sciaenidae – *Cynoscion albus*. F. Perciformes – Haemulidae – *Pomadasys bayanus*. G. Pleuronectiformes – Soleidae – *Achirus* sp. H. Cichliformes – Cichlidae – *Andinoacara rivulatus*. I. Mugiliformes – Mugilidae – *Agonostomus monticola*. J. Gobiiformes – Gobiidae – *Sicydium rosenbergii*. K. Gobiiformes – Eleotridae - *Dormitator latifrons*. Fotos tomadas de Aguirre et al. (2021).

2.3. Comparación de la ictiofauna de la vertiente occidental con la vertiente oriental del Ecuador

Aunque las regiones occidental y oriental del Ecuador son de tamaño similar, la diversidad de los peces de agua dulce no es comparable. Mientras que en la vertiente occidental habitan 113 especies, la vertiente oriental está habitada por 725 especies, es decir, aproximadamente 6,4 veces el número de especies. Sin embargo, los órdenes más diversos son los mismos en las dos regiones: los Characiformes y Siluriformes que combinados incluyen el 70 % de especies en el

occidente y 84,7 % de las especies en el oriente (Figura 4). En el occidente, el orden Gobiiformes ocupa el tercer lugar con el 9,7 % de las especies mientras que los Gymnotiformes y Cichliformes están empatados en el cuarto puesto con 4,4 % cada uno. En el oriente, el tercer lugar es ocupado por los Gymnotiformes, con el 5,7 % y el cuarto lugar está ocupado por los Cichliformes con el 4,7 % de las especies. No hay especies de Gobiiformes registradas para la región oriental. Esto significa que, a pesar de su aislamiento, cuatro de los cinco órdenes más diversos son los mismos en las vertientes occidental y oriental del Ecuador.

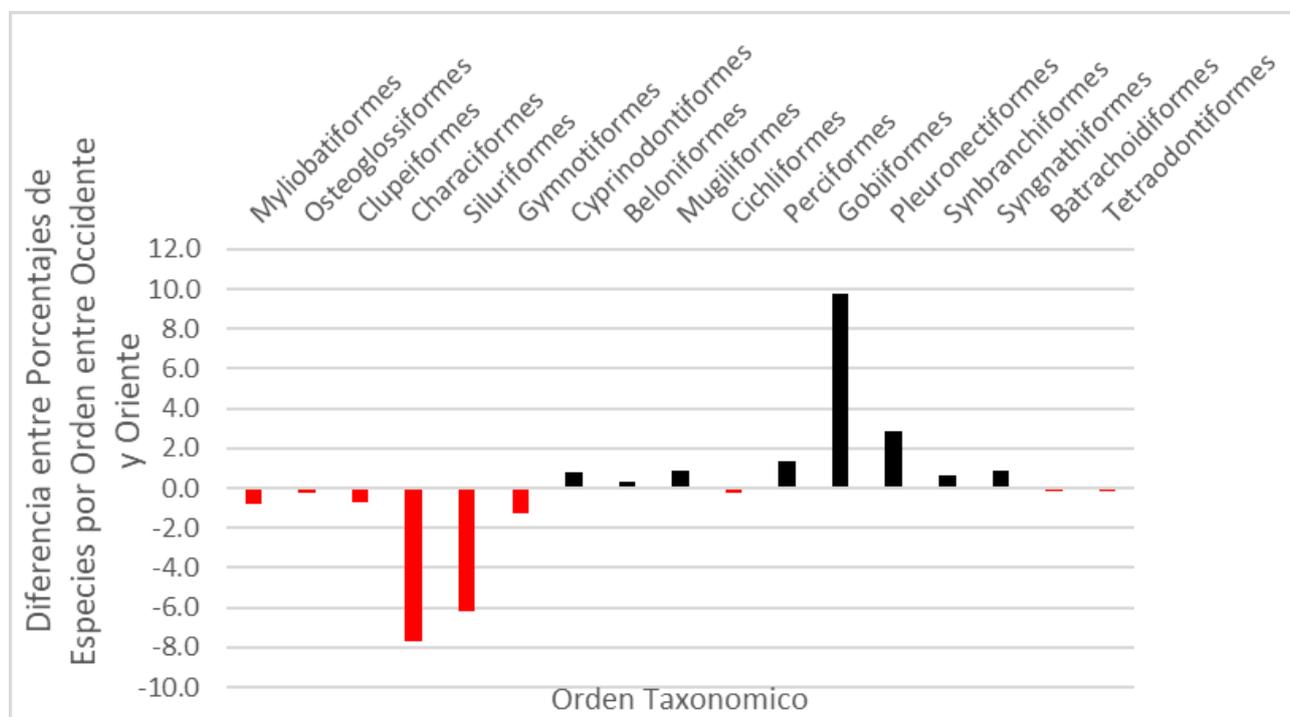


Figura 4. Diferencia en el porcentaje de especies por orden entre las comunidades de peces de agua dulce de las vertientes occidentales y orientales del Ecuador. Valores negativos (barras de color rojo) indican que la riqueza de especies en el orden como porcentaje de las especies en la región es menor en la vertiente occidental que en la oriental, mientras que valores positivos (color negro) indican que el porcentaje de especies en el orden es mayor en la vertiente occidental que en la oriental.

Aunque los demás ordenes incluyen porcentajes muy bajos de especies, hay diferencias notables entre la vertiente occidental y oriental. Las rayas de agua dulce (Orden Myliobatiformes, familia Potamotrygonidae) y el orden Osteoglossiformes (la arapaima y géneros relacionados) no tienen ningún representante en la región occidental. Otros órdenes como los Clupeiformes (sardinias), Batrachoidiformes y Tetraodontiformes (tambuleros) que incluyen especies netamente

de agua dulce en el Oriente, están representadas por especies que habitan estuarios, pero no entran comúnmente a ríos de agua dulce en el occidente. Al contrario, a pesar de ser órdenes predominantemente marinos o estuarinos, los Gobiiformes, Mugiliformes y Syngnathiformes incluyen especies que habitan ríos de agua dulce en el occidente, pero no tienen ningún representante de agua dulce en la vertiente oriental.

Comparando el porcentaje de especies por orden y por región (calculado estandarizado al tomar el número de especies del orden en la región dividido para el número total de especies en la región y multiplicado por 100), en la vertiente occidental del Ecuador están sobre representados órdenes que son predominantemente marinos o estuarinos como los órdenes Gobiiformes, Pleuronectiformes, Mulgiliformes, Beloniformes, Sygnathiformes

y Cyprinodontiformes, mientras que están sub-representados órdenes ancestralmente de agua dulce como los Characiformes, Siluriformes y Gymnotiformes (Figura 5). Esto tiene sentido dada la cercanía de estuarios a ríos de agua dulce y la menor diversidad de peces de agua dulce en la región occidental. Es probable que, a través del tiempo, especies de grupos estuarinos se hayan adaptado para colonizar hábitats de agua dulce en la vertiente occidental.

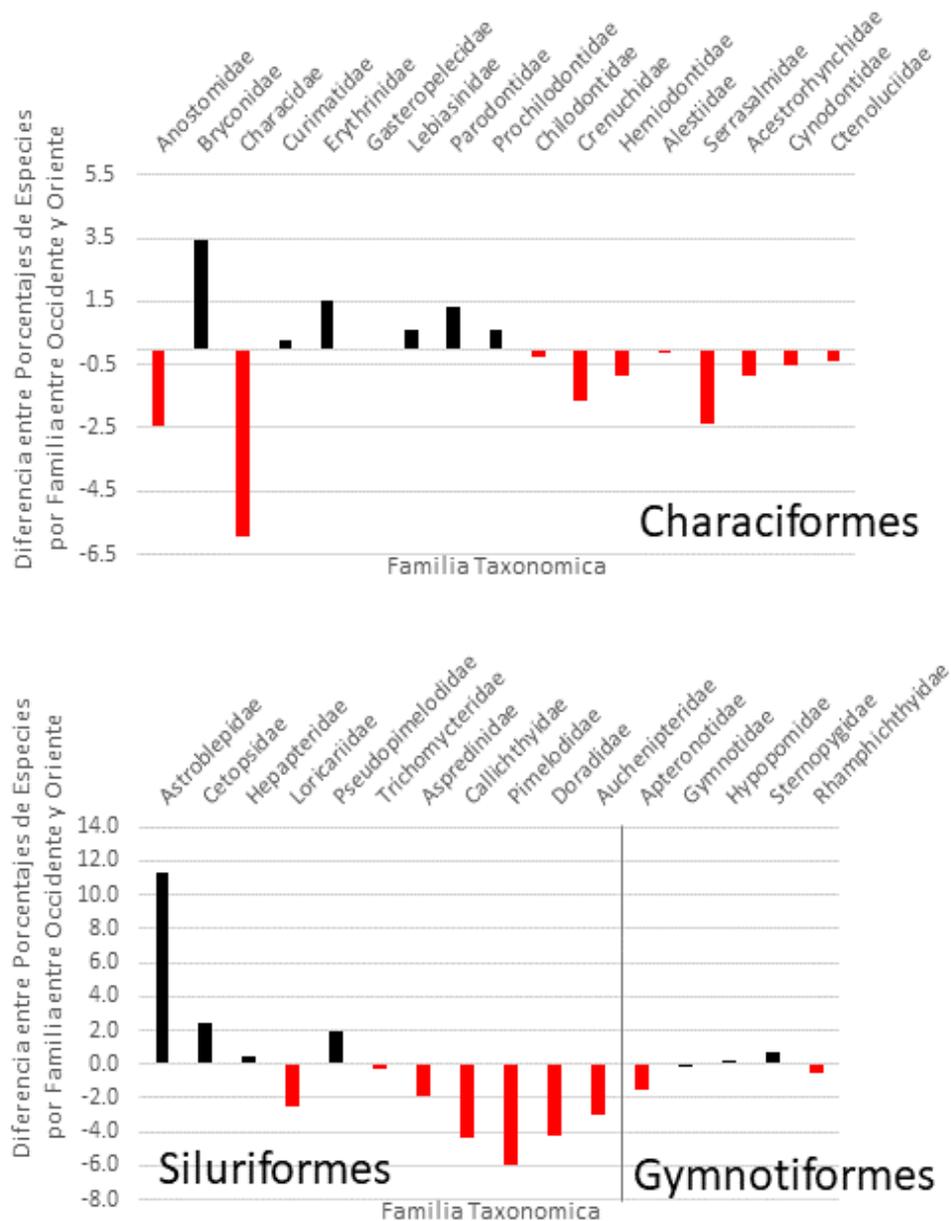


Figura 5. Diferencia en el porcentaje de especies por familia en los órdenes Characiformes (arriba), Siluriformes (abajo, izquierda) y Gymnotiformes (abajo derecha) de las vertientes occidentales y orientales del Ecuador. Valores negativos (barras de color rojo) indican que el porcentaje de especies en la familia es menor en la vertiente occidental que en la oriental, mientras que valores positivos (color negro) indican que el porcentaje de especies en la familia es mayor en la vertiente occidental que en la oriental. Los porcentajes están estandarizados por el número total de especies en cada región.

Dentro de los órdenes más diversos en ambas regiones, los Characiformes y Siluriformes, también hay diferencias sustanciales en diversidad a nivel de familia (Figura 5). Todas las familias de Characiformes presentes en la vertiente occidental también están presentes en la vertiente oriental, mientras que ocho familias presentes en el oriente no están presentes en el occidente: Chilodontidae, Crenuchidae, Hemiodontidae, Alestiidae, Serrasalminidae, Acestrorhynchidae, Cynodontidae y Ctenoluciidae. Esto representa casi la mitad de las familias del orden Characiformes e indica que hay una diferencia notable en la diversidad taxonómica entre las vertientes occidental y oriental. En cuanto al porcentaje de especies por familia, las del orden Characiformes más sub-representadas son las familias Characidae, Anostomidae, Serrasalminidae y Crenuchidae; las últimas dos no tienen ningún representante en el occidente pero son relativamente ricas en especies en el oriente. Cabe indicar que la familia Characidae es la más diversa en la vertiente occidental, sin embargo, el número de especies como porcentaje del número total de especies en la región es menor que el número correspondiente en el oriente. Las familias sobre representadas en la vertiente occidental incluyen las familias Bryconidae, Erythrinidae, Parodontidae, Lebiasinidae y Prochilodontidae, que, a pesar de no incluir muchas especies, habitan en porcentajes mayores a los valores correspondientes en el Oriente. Una situación similar ocurre en el orden Siluriformes, todas las familias en el occidente están representadas en el oriente, pero 5 de las 11 familias de Siluriformes presentes en el oriente, no están en el occidente: Aspredinidae, Callichthyidae, Pimelodidae, Doradidae y Auchenipteridae. Varias de estas familias están sub-representadas en la vertiente occidental dada su diversidad en la vertiente oriental, en especial las familias Pimelodidae, Doradidae y Callichthyidae. En cambio la familia Astroblepidae, que abunda en las partes altas de los Andes, está más bien sobre representada en la vertiente occidental, comparado con la oriental. Las familias Cetopsidae y Pseudopimelodidae también están levemente sobre representadas en la vertiente occidental, aunque el número de especies es relativamente bajo. En cambio, el orden Gymnotiformes tiene porcentajes bastante

similares en especies por familia entre las vertientes occidental y oriental.

3. La vertiente occidental, sus cuencas hidrográficas y las zonas ictiohidrográficas

3.1 Uso del suelo

El uso del suelo influye sobre las condiciones hidrológicas y de calidad del agua de los cuerpos hídricos de una cuenca. El reemplazo de las formaciones vegetales originales, por usos agropecuarios, modifica la distribución temporal de la cantidad y de la calidad del agua de los ríos. El cultivo de pastos y de ciclo corto reduce la cobertura vegetal y el tiempo de retención del agua es menor, lo que provoca que durante la época lluviosa los caudales sean mayores que antes (con la vegetación natural) y durante la época seca los caudales sean menores (Sabater et al 200). La calidad del agua se deteriora por el incremento de sólidos en suspensión, producto del incremento de la erosión, un incremento en nutrientes debido a presencia de ganado bovino y el uso de fertilizantes. También, la presencia de pesticidas y metales pesados producto del uso de agroquímicos, modifican la calidad del hábitat de los peces y otros organismos acuáticos (Kinsford, 2011).

El occidente del Ecuador conserva un 47,7 % de formaciones vegetales nativas (páramos, bosques, arbustales y vegetación herbácea), en diferentes estados de conservación. El 46,56 % es ocupado para uso pecuario (23,26 %) y agrícola (23,30 %) que incluye las plantaciones forestales y zonas bajo riego. Las áreas pobladas, estructuras de uso antrópico y social, cubren el 3,28 %. El 2,46 % restante es ocupado por cuerpos de agua, eriales y otros usos. En la Fig. 6 se aprecia las áreas con vegetación nativa (color verde) localizadas principalmente en las zonas Santiago-Cayapas, Esmeraldas, al noroeste de la ciudad de Quito, la zona semiárida de Santa Elena al oeste de Guayaquil y en la Zona de Catamayo. Las áreas con uso agropecuario y agrícola (color amarillo) que ocupan la mayor parte de las tierras bajas de la Zona del Guayas y los pastizales para uso pecuario (color anaranjado) en las estribaciones de la cordillera costera y de los Andes (Figura 6).

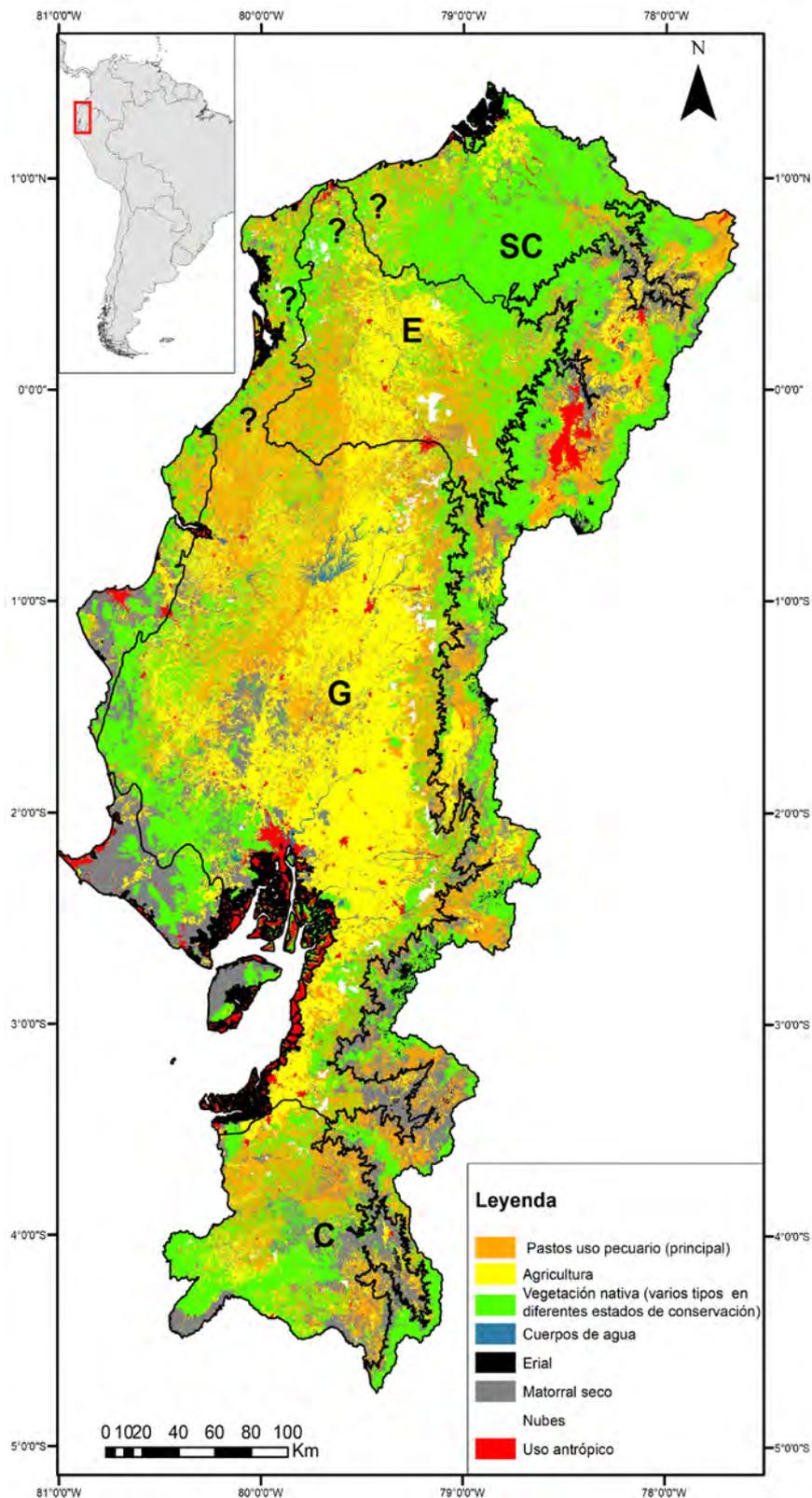


Figura 6. Cobertura del uso de suelo en la vertiente occidental de los Andes y las zonas ictiohidrogeográficas.

Los signos de interrogación indican las áreas de las que no se contó con suficiente información para asignar a que zona ictiohidrográfica corresponde.

Nota Fuente: IEE, MAGAP, & CGSIN 2009-2015. Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional a escala 1:25 000, recuperado de <http://geoportal.agricultura.gob.ec/> el 26 de marzo de 2019.

3.2. Cuencas hidrográficas y zonas ictiohidrográficas

Mediante el uso de los índices de Similitud y Disimilitud de Henderson y Seaby, Barriga (2012), agrupó las cuencas de la vertiente occidental de los Andes de Ecuador, en cinco zonas ictiohidrográficas, con un límite altitudinal de 2.800 m, sobre los cuales generalmente no habría peces nativos. A lo largo del perfil costero, hasta donde haya influencia de la marea, estaría la Zona Intermareal (1) con especies que ingresan en los ríos de agua dulce pero que generalmente se reproducen en el estuario. El límite de altitud de la influencia intermareal varía significativamente con la pendiente del río, por lo que hay ríos en que peces, netamente de agua dulce, ocurren a muy baja altura y bastante cerca al mar. Esta zona no se incluirá en el presente estudio y extendemos otras zonas ictiohidrográficas, como la zona de Catamayo a áreas de altitud baja que son normalmente habitadas por peces de agua dulce. De norte a sur, las restantes zonas ictiohidrográficas son: (2) Santiago-Cayapas que comprende los ríos ubicados al norte de la cuenca del río Esmeraldas; (3) Esmeraldas que comprende la cuenca del río homónimo; (4) Guayas, que agrupa la cuenca del río homónimo, las vertientes occidentales de la cordillera costera desde el límite occidental de la cuenca del río Esmeraldas hasta el estuario del río Guayas, y, hacia el sur de Guayaquil, las vertientes occidentales de la cordillera de los Andes, cuyos ríos desembocan en el Golfo de Guayaquil y finalmente, (5) Catamayo en el sur del país, que va desde el río Jubones hasta Perú (Figura 7).

De los 124 620 km² del occidente del Ecuador, las tierras altas, sobre los 2 000 m de altura, con muy pocas especies de peces nativos, representan el 19,9 % del área. Las zonas subdesérticas, desérticas, manglares y camaroneras cubren el 8 % del área, en estos lugares, hay unas pocas especies de agua dulce, hacia los límites de su distribución. De todas estas cuencas, la más extensa es la del Guayas, con el 43,7 % del área; mientras que las cuencas de Esmeraldas, Santiago Cayapas y Catamayo ocupan el 11,1 %, 8,6 % y 8,7 %, respectivamente.

Es importante resaltar que entre la cuenca de Santiago-Cayapas y la cuenca del río Esmeraldas, existen una serie de pequeñas cuencas que han sido poco estudiadas y cuya afinidad no está clara. Lo mismo ocurre al sur de la cuenca del río Esmeraldas y al norte de la cuenca del río Guayas, donde cuencas pequeñas fluyen independientemente al mar, conocidos como ríos bajos de la costa. Incluimos signos de interrogación en estas áreas del mapa para indicar la incertidumbre sobre su afinidad (Figura 7).

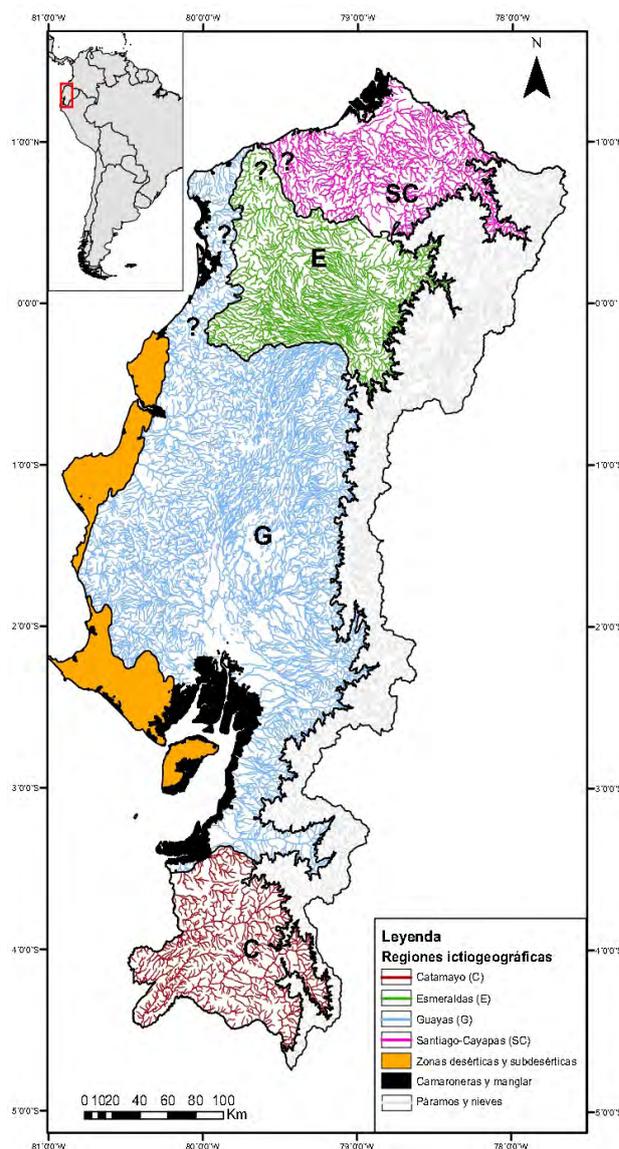


Figura 7. Mapa de las zonas ictiohidrográficas de la vertiente occidental del Ecuador.

Nota Fuente: Adaptado de Barriga, R. (2012). Lista de peces de agua dulce e intermareales del Ecuador. Revista Politécnica 30(3), 83.119.

3.2.1. Zona Santiago-Cayapas (ZSC)

Esta zona incluye cuatro cuencas hidrográficas con un área total de 15 898 km², correspondería a la que Eigenmann (1921) asignaba a la fauna ictiológica de Panamá y Colombia. Esta zona ictiohidrográfica incluye las cuencas de los ríos Santiago-Cayapas (8 787 km²), Mira (6 507 km² en Ecuador), Carchi (367,3 km² en Ecuador) y Mataje (237 km² en Ecuador) (UICN et al 2009). Es una de las zonas con mayores niveles de precipitación y bosque muy húmedo, siendo una continuación del Chocó. Mucho del bosque primario que queda en la vertiente occidental se encuentra en esta zona ictiohidrográfica, especialmente altitudes medias. En las partes bajas existe pérdida de hábitats por el desarrollo de la agricultura y en las partes altas por la presencia de pastos (Figura 6).

En la parte oriental de esta zona, y con mayor altitud, se encuentra el río Carchi, con una longitud de 37,7 km; nace a los 4 600 m de altitud, en el volcán Chiles, es el límite natural con Colombia con una longitud de 2 900 m (UICN et al., 2009) y presenta una pendiente media de 17 % (Intriago y Sánchez, 2013). La precipitación promedio anual de la cuenca es de 1 200 mm y un caudal promedio de 94 m³/s. Al oeste de la cuenca del río Carchi se encuentra la cuenca del río Mira; este río nace en los páramos de Pimampiro su cuenca hidrográfica es compartida con Colombia. Nace en los páramos de El Ángel y en el nudo de Mojanda - Cajas, a una altitud de 4 863 m. Es el límite natural entre las provincias de Carchi e Imbabura y luego Carchi y Esmeraldas, hasta unirse al río San Juan, a una altitud de 92 m, antes de pasar a territorio colombiano (Guachamin et al., 2015). El cauce principal recorre, de este a oeste, 207,7 km con una pendiente media de 36,5 % (Intriago y Sánchez 2013). La precipitación promedio anual de la cuenca es de 1 695 mm y un caudal promedio de 230 m³/s (Galárraga-Sánchez, 2000).

Al sur de estas tres cuencas se encuentra la cuenca del río Santiago, formado por los ríos Santiago y Cayapas que desembocan en el océano Pacífico formando un gran estuario. Esta cuenca ocupa

la mayor parte de la Zona Santiago Cayapas. El Santiago nace en las estribaciones occidentales a una altitud de 3 400 m y el cauce principal recorre, de este a oeste, 169,1 km con una pendiente media de 17,2 % (Intriago y Sánchez, 2013), su precipitación promedio anual es de 3 631 mm que genera un caudal promedio de 491 m³/s (Galárraga-Sánchez, 2000). La cuenca del río Santiago conserva alrededor de 1 312 km² de bosques húmedos nativos de la costa ecuatoriana (Ministerio del Ambiente, 2013).

3.2.2. Zona Esmeraldas

Al sur de la cuenca del río Santiago, se encuentra la del río Esmeraldas, que se forma por los aportes de los ríos Guayllabamba, Blanco y Quinindé. Fluye desde lo alto de los Andes (5 800 m) en dirección noroeste y desemboca en el Pacífico en la ciudad de Esmeraldas. Es la segunda cuenca más grande en el oeste de Ecuador, tanto en términos de área (21.640 km²) como de volumen de agua drenado (991 m³/s) (Intriago y Sánchez, 2013) y alberga una importante fauna de peces de agua dulce que varía sustancialmente con la elevación (Malato et al., 2017). Las partes media y alta de la cuenca incluyen áreas de bosque húmedo, lo cual contribuye a la diversidad de especies en esta zona. Esta cuenca está bastante afectada por degradación y pérdida de hábitats producto de la agricultura, la expansión de pastos y otras actividades humanas (Figura 6). Recibe la contaminación de la ciudad de Quito y todas sus zonas agrícolas, que también afectan a la ictiofauna en esta zona.

3.2.3. Zona Guayas

La Zona del Guayas es una de las regiones ictiohidrográficas más importantes para el noroccidente de Sudamérica. Ya desde 1921, Eigenmann separó tres tipos de faunas de peces de la vertiente del Pacífico de América del Sur: (1) la Panamá y Colombia; (2) la de la cuenca del río Guayas que se extiende hasta el río Rimac en Perú y (3) la del oeste de Perú (al su del río Rimac o del Santa) y de Chile. Esta zona se caracteriza por el alto nivel de endemismo de los peces y la presencia de grupos distintivos como *Ichthyoelephas* (el bocachico). Lamentablemente,

también es la zona que ha sido más afectada por las actividades humanas, la cuenca del río Guayas es un área con suelos muy ricos por lo que la mayoría de la flora nativa ha sido reemplazada por plantaciones agrícolas y pastos (Figura 6).

La Zona Guayas se puede dividir en tres áreas principales: (a) los ríos bajos de la zona costera norte (que fueron incluidos parcial o totalmente en la zona intermareal por Barriga (2012), (b) la cuenca del río Guayas que da el nombre a la zona, y (c) los ríos que drenan directamente desde la cordillera occidental de los Andes al golfo de Guayaquil, al sur de la cuenca del río Guayas, hasta la cuenca del río Jubones. A continuación, describimos estas áreas.

a) Ríos Bajos de la Zona Costera Norte: en el área comprendida entre el sur de la desembocadura del río Esmeraldas y el río Guayas, donde existe un número relativamente grande de pequeños ríos que discurren entre la Cordillera de la Costa y el Océano Pacífico. Estos se ven fuertemente impactados por el gradiente de humedad que ocurre de norte a sur, de modo que los ríos más al norte de esta área están rodeados por bosques mucho más húmedos, mientras que los ríos más al sur se encuentran en zonas mucho más secas y a menudo sus ríos son estacionales o efímeros. Aunque la humedad varía a lo largo de su gradiente, la transición entre bosque costero húmedo y seco parece ocurrir justo al norte del río Chone, cerca de Bahía de Caráquez (Wolf, 1892). Sin embargo, existe una importante área con bosque húmedo al sur del río Chone, en el área entre Puerto Cayo y Olón, donde la cadena montañosa costera se encuentra muy cerca del océano. En esta zona, el río Ayampe retiene agua durante todo el año y está rodeado de frondosos bosques (Fundación Jocotoco, 2020). Al sur de Olón, en la provincia de Santa Elena, las condiciones se vuelven bastante secas, incluye algunos de los hábitats más secos de Ecuador (< 250 mm de lluvia al año). Los ríos costeros más importantes de la Costa Norte incluyen los ríos Atacames, Muisne, Coaque, Chone, Portoviejo, Ayampe y Zapotal. Actualmente no se dispone de listas fiables de las especies de peces de agua dulce de los ríos de esta región, aunque la diversidad

de especies es ciertamente baja en la mayoría de los ríos y es probable además, que estos ríos estén habitados por un número significativo de especies estuarinas.

b) La cuenca del río Guayas: es la más grande de la costa del Pacífico, abarca un área de aproximadamente 32 674 km², entre la Cordillera de la Costa y la Cordillera de los Andes (Gómez, 1989). La Cordillera de la Costa juega un papel clave en la separación del sistema de drenaje del Guayas del sistema de drenaje de la Costa Norte y (junto con los Andes), en la canalización de los ríos hacia el sur del Golfo de Guayaquil.

El Guayas está formado por la unión de sus dos principales afluentes, cerca de la desembocadura de la cuenca: el río Daule, que drena las aguas en el lado occidental de la cuenca, incluso desde las laderas de la cordillera costera, y el río Babahoyo, que drena las aguas del lado oriental de la cuenca, incluidos los arroyos montañosos de los Andes. El área de tierras bajas, entre estas dos cadenas montañosas, contiene suelos y humedales extremadamente productivos, razón por la cual la vegetación nativa ha sido talada, en gran parte y reemplazada por campos agrícolas (Figura 7) (Dodson & Gentry, 1991). Debido a su tamaño y aislamiento, la cuenca del río Guayas, tiene el mayor número de peces de agua dulce, así como el mayor porcentaje de especies endémicas.

c) Las cuencas al sur del río Guayas: Entre las cuencas del río Guayas y Jubones, existen una serie de pequeñas cuencas que fluyen directamente de los Andes al estuario del Golfo de Guayaquil. Muchas de estas cuencas tienen una pendiente fuerte, debido a la cercanía de los Andes al océano, en esta área. En el invierno, las fuertes lluvias, suelen ocasionar desbordamiento de los ríos, que además, permite la mezcla de ictiofaunas. Los peces de estas cuencas tienen una fuerte afinidad con los peces de la cuenca del río Guayas; como ocurre en otras partes de la Zona Guayas, esta área ha sido fuertemente afectada por actividades humanas, especialmente por la agricultura (Figura 6). Ríos importantes incluyen los ríos Cañar y Balao.

3.2.4. Catamayo

Barriga (2012) reconoció una zona biogeográfica distinta para los peces de agua dulce, en la parte sur de la región Guayas, la zona de Catamayo, que se extiende desde el río Jubones al norte de la ciudad de Machala, hacia el sur hasta el norte de Perú. La mayoría de los ríos en esta zona son arroyos de montaña. Las áreas planas de tierras bajas son relativamente pequeñas debido a la proximidad de los Andes al océano, aunque hay algunos humedales como La Tembladera, cerca de la ciudad de Santa Rosa (Valdiviezo-Rivera et al., 2018). Esta región es reconocida como un punto importante de endemismo para otros organismos, lo que sugiere que históricamente ha habido un aislamiento significativo (Tapia-Armijos et al., 2015). También hay alguna evidencia de divergencia genética entre poblaciones de esta región y poblaciones en el Guayas (Cucalón-Tamayo, 2019), lo que sugiere que la similitud entre las especies presentes puede enmascarar una adaptación local significativa de las poblaciones en esta región. Lamentablemente, los ríos de esta zona están fuertemente afectados por las actividades humanas, incluyendo la agricultura, en las partes bajas y la transformación de bosques a pastos en las partes altas (Figura 6). Ríos importantes de esta zona incluyen los ríos Jubones, Buenavista, Santa Rosa y Arenillas.

4. Relaciones entre las zonas ictiohidrográficas

De todas las especies de peces de agua dulce en el oeste de Ecuador, el 39,8 % (45 de 113) son endémicas. La zona del río Guayas, alberga el mayor número de especies endémicas (26), seguida por las zonas Esmeraldas (20), Catamayo (18) y Santiago-Cayapas (16). El porcentaje global de especies endémicas en el occidente de Ecuador es mayor que el de regiones similares también conocidas por su endemismo, como el Chocó colombiano, en el que el 33 % de las especies (63 de 186) son endémicas (Maldonado-Ocampo et al., 2012). De las 45 especies, endémicas para el Ecuador, 44 son del superorden Ostariophysii: 20 del orden Characiformes, 21 del orden Siluriformes y 3 del orden Gymnotiformes. La otra especie endémica es el cíclido *Andinoacara blombergi*. La Zona Guayas también alberga el mayor número de

especies endémicas exclusivas, es decir que solo se encuentran en esta zona, con ocho: *Saccodon terminalis*, *Ichthyolephas humeralis*, *Leporinus ecuadoriensis*, *Bryconamericus bucayensis*, *Lebiasina aureoguttata*, *Astroblepus chimborazoi*, *Isorineloricaria spinosissima*, y *Sternopygus arenatus*. Las zonas de Santiago-Cayapas y Esmeraldas tienen siete especies endémicas exclusivas cada una. Para Santiago-Cayapas estas son: *Grundulus quitoensis*, *Hyphessobrycon sp.*, *Pseudochalceus bohlkei*, *Astroblepus regani*, *Astroblepus theresiae*, *Astroblepus ubidiai* y *Sturisomatichthys frenatus*, mientras que para Esmeraldas: *Paracetopsis esmeraldas*, *Astroblepus eigenmanni*, *Astroblepus fissidens*, *Astroblepus mindoensis*, *Astroblepus whymperi*, *Hemiancistrus furtivus*, y *Microglanis berbixae*. La Zona de Catamayo solo tiene una especie endémica exclusiva: *Transancistrus santarosensis*.

El número de especies por zona es similar, en la zona de Guayas habita el mayor número de especies (68), seguida cercanamente de la zona de Santiago-Cayapas (64), Esmeraldas (63) y Catamayo (52). Sin embargo, la mayoría de especies tienen distribuciones geográficas restringidas en la vertiente occidental. De las 113 especies de la vertiente occidental, 40 (35,4 %) se encuentran en una sola zona, mientras que solo 13 (11,5 %) se distribuyen en las cuatro zonas (Figura 8). Esto indica que hay un cambio importante de especies entre las zonas a pesar de la corta distancia geográfica entre ellas.

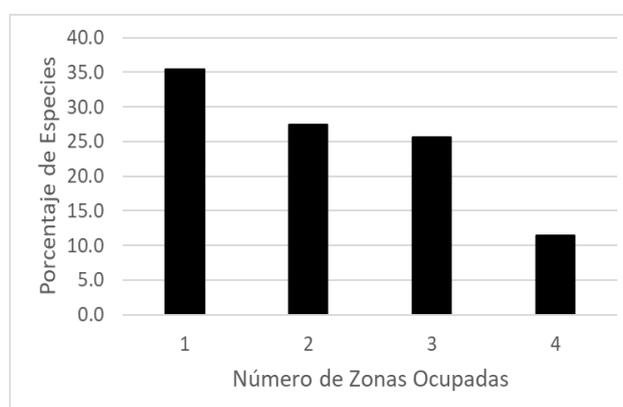


Figura 8. Porcentaje de especies ocupando entre uno y cuatro de las zonas ictiohidrográficas en la vertiente occidental del Ecuador.

Las zonas ictiohidrográficas muestran un patrón de mayor diferenciación mientras más distancia geográfica existe entre ellas. Las zonas más equivalentes, con base del índice de disimilitud de Jaccard (IJ), fueron las del noroccidente: Santiago-Cayapas y Esmeraldas (IJ = 0,488; 43 especies compartidas de 84 especies en total para las dos zonas, o el 51,2 %). Estas zonas además comparten cuatro especies endémicas para la vertiente occidental que no se encuentran en otras zonas (*Pseudocurimata boehlkei*, *Brycon posadae*, *Rhoadsia minor* y *Andinoacara blombergi*).

Las siguientes zonas más cercanamente relacionadas son las del sur: Guayas y Catamayo (IJ=0,500; 38 especies compartidas de 76 especies en total para las dos zonas, o el 50,0 %) (Tabla 1). Comparten además nueve especies endémicas que no han sido registradas en otras zonas (*Saccodon wagneri*, *Pseudocurimata boulengeri*, *Hyphessobrycon ecuadoriensis*, *Iotabrycon praecox*, *Phenacobrycon henni*, *Paracetopsis bleekeri*, *Ancistrus clementinae*, *Hemiancistrus landoni*, y *Microglanis variegatus*). Mientras la zona de Guayas incluye 30 especies que no están registradas para la zona de Catamayo, la zona de Catamayo solo tiene 8 especies que no han sido registradas en la zona de Guayas, por lo que la zona de Catamayo es prácticamente una sub-unidad de la de Guayas.

Las zonas de Guayas y Esmeraldas también comparten similaridad, con un IJ = 0,544, aunque

estas dos zonas no comparten especies endémicas exclusivas. Todas las especies endémicas compartidas entre las zonas de Esmeraldas y Guayas se encuentran en por lo menos una zona más. La diferencia más grande se encontró entre las zonas de Santiago-Cayapas y Catamayo en los extremos norte y sur de la vertiente occidental (IJ = 0.817). Estas dos zonas solo comparten 17 de las 93 especies que se encuentran entre las dos zonas (18,3 %), indicando que la mayoría de la ictiofauna, cambia a nivel de especie, según un gradiente latitudinal a lo largo de la vertiente occidental (Figura 9).

A nivel de familia, existe buena homogeneidad entre zonas, con algunas diferencias evidentes (Figura 10); el orden Characiformes es el que presenta las diferencias más claras entre zonas. Representantes de las familias Anostomidae y Prochilodontidae, solo se encuentran en la zona de Guayas; la familia Parodontidae, solo se encuentra en el suroccidente, Guayas y Catamayo. Al otro extremo, la familia Gasteropelecidae, solo está representada en la zona de Santiago-Cayapas. Los Siluriformes tienen una distribución bastante homogénea entre las cuatro zonas. Para los Gymnotiformes, la familia Apterontidae, incluye representantes en las zonas del noroccidente, Santiago-Cayapas y Esmeraldas; mientras que las otras familias de este orden son relativamente homogéneas en la región. Para los otros órdenes, hay algunas familias que carecen de representantes en la zona de Catamayo, pero amplia distribución en las otras tres zonas.

Tabla 1.

Índice de disimilitud de Jaccard entre las zonas ictiohidrográficas de la vertiente occidental del Ecuador. Números más grandes indican mayores diferencias entre las comunidades de peces presentes en las zonas.

	Santiago-Cayapas	Esmeraldas	Guayas	Catamayo
Santiago-Cayapas	*			
Esmeraldas	0.488	*		
Guayas	0.693	0.544	*	
Catamayo	0.817	0.687	0.500	*

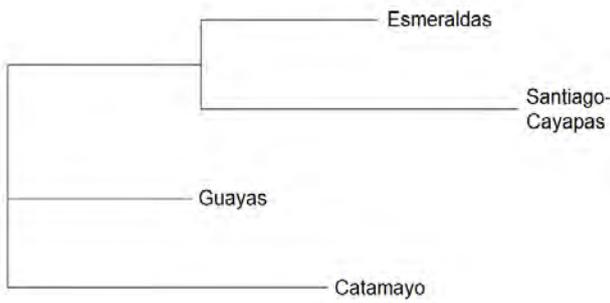


Figura 9. Árbol de *Neighbor-Joining* computado a base de los índices de disimilitud de Jaccard mostrando las relaciones entre las zonas ictiohidrográficas de la vertiente occidental del Ecuador.

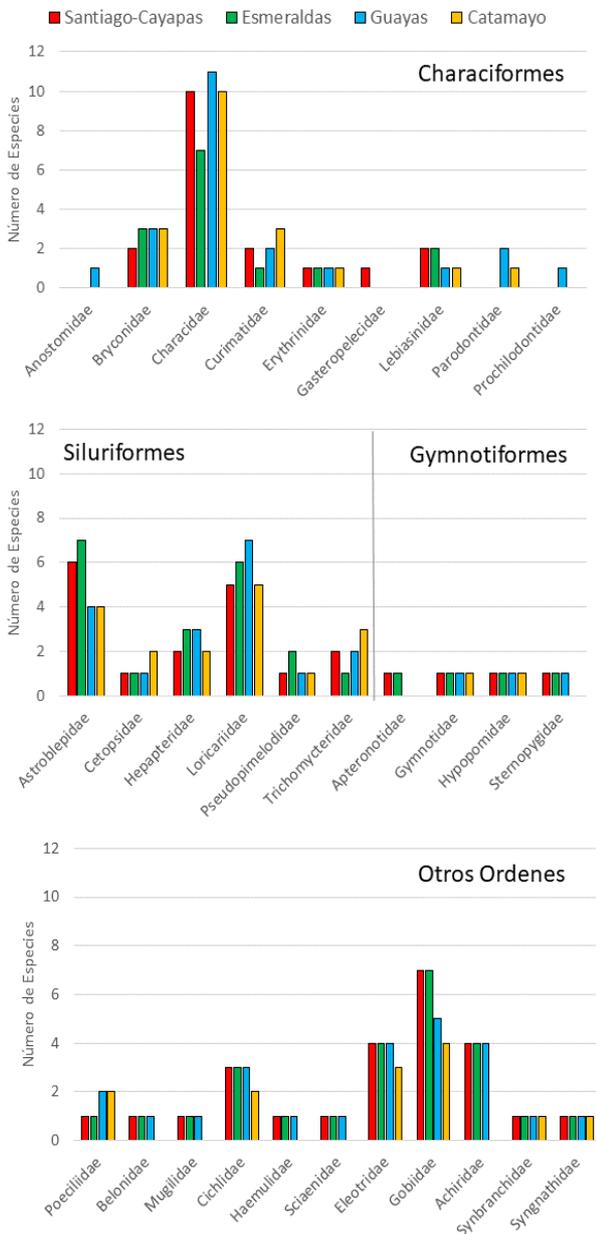


Figura 10. Número de especies por familia en las diferentes zonas ictiohidrográficas.

5. Limitaciones: Los resultados de este estudio representan el análisis hecho a base de los conocimientos actuales de la ictiofauna de la vertiente occidental del Ecuador. Nuevos estudios sistemáticos y la solución de problemas taxonómicos de muchos grupos probablemente modifiquen la lista de peces, tanto en el número de especies existentes en la región como en su distribución. Esto obviamente puede generar cambios a los resultados obtenidos aquí. Por ejemplo, la taxonomía del género *Astroblepus* es muy pobre y es posible que el número válido de especies, de la vertiente occidental, sea bastante diferente al que actualmente se reconoce, e incluso que algunos registros estén mal identificados; en muchos casos, hay registros que solo han sido hechos hasta el nivel de género. Algunas áreas también han sido muy pobremente muestreadas, como los cortos o efímeros ríos bajos del occidente de la cordillera Costera. Creemos que este trabajo es un aporte más al conocimiento de la diversidad y biogeografía de los peces de la vertiente occidental del Ecuador y estimulará nuevos estudios que evidencien aún más la importancia de la ictiofauna como un recurso de nuestro país.

6. Conclusiones

La diversidad de la ictiofauna de la vertiente occidental del Ecuador es mucho menor que la de la vertiente oriental, y algunas familias, ecológicamente importantes y diversas, de la región amazónica no están representadas en la región occidental. Grupos de origen marino o estuarino están sobre-representados en la región occidental en comparación con la región Amazónica, así también con la presencia de algunas familias que son estrictamente de agua dulce como los astroblépidos y bricónidos. Los niveles de endemismo son bastante altos en la región occidental, probablemente debido a su largo aislamiento por el levantamiento de la cordillera de los Andes y la abundancia de barreras geográficas, que separan a las faunas acuáticas de la región. Consistente con el hecho de que es la cuenca más grande de la vertiente occidental, la zona de Guayas, tiene el mayor número de especies y la mayor tasa de endemismo de la vertiente occidental.

Muchas especies de la región occidental están restringidas geográficamente y se encuentran solo en una o dos de las zonas ictiohidrográficas, lo cual probablemente esté facilitando el origen de nuevas especies y contribuyendo a los altos niveles de endemismo. Mientras que zonas vecinas como Santiago-Cayapas con Esmeraldas, o Guayas con Catamayo, comparten casi la mitad de sus especies. La ictiofauna cambia drásticamente, a nivel de especie, entre la zona norte de Santiago-Cayapas y la del sur de Catamayo, de tal manera que estas zonas solo comparten el 18,3 % de las especies.

Hay que considerar que nuevos estudios sistemáticos y avances en la solución de problemas taxonómicos severos en algunos grupos, como los astroblépidos, provocarían que el número y la distribución geográfica de algunas especies cambien en el futuro, a medida

que se acumule más información. Dado los altos niveles de endemismo de la ictiofauna de la vertiente occidental y las fuertes amenazas a los organismos acuáticos de la región, se necesita urgentemente mayores esfuerzos para conocer y conservar esta importante ictiofauna.

Agradecimientos: Las fotografías de los peces fueron tomados del sitio web: *The Freshwater Fishes of Western Ecuador* (Aguirre et al., 2021). Agradecemos contribuciones de fotos de Pedro Jiménez-Prado (*Gasteropelecus maculatus*), Enrique Laaz (*Pomadasys bayanus*), Fredy Nugra (*Brachyhypopomus palenque*), Nathan Lujan (*Transancistrus santarosensis*), el *Field Museum of Natural History* (*Sternopygus arenatus*, *Strongylura fluviatilis* y *Pseudophallus starskii*), y el *British Museum of Natural History* (*Sicydium rosenbergii*).

Bibliografía

- Aguirre, W. (2013). Freshwater Fishes of Western Ecuador- *Lebiasina bimaculata*. The Freshwater Fishes of Western Ecuador. https://condor.depaul.edu/waguirre/fishwestec/lebiasina_bimaculata.html
- Aguirre, W. E., Calle, P., Jiménez-Prado, P., Laaz-Moncayo, E., Navarrete-Amaya, R., Nugra-Salazar, F., Shervette, V. R., & Torres-Noboa, A. (2021). The Freshwater Fishes of Western Ecuador. <https://condor.depaul.edu/~waguirre/fishwestec/>
- Aguirre, W., Navarrete, R., Calle, P., & Sánchez-Garcés, G. C. (2014). First record of *Iotabrycon praecox* Roberts 1973 (*Characidae: Stevardiinae*) in the Santa Rosa drainage, southwestern Ecuador. *Check List*, 10(2), 382–385. <https://doi.org/10.15560/10.2.382>
- Albert, J. S., Petry, P., & Reis, R. E. (2011). Major biogeographic and phylogenetic patterns. In *Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes* (p. 388). University of California Press.
- Armbruster, J., Van der Sleen, P., & Lujan, N. (2018). Family *Loricariidae*- Suckermouth armored catfish. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 253–298). Princeton University Press.
- Barnhill Les, B., López León, E., & Les, A. J. (1974). Estudio sobre la biología de los peces del Río Vinces. *Instituto Nacional de Pesca Boletín Científico y Técnico*, 3(1), 1–40.
- Barriga, R. (2012). Lista de peces de agua dulce e intermareales del Ecuador. *Revista Politécnica*, 30(3), 83–119.
- Bockmann, F. A., & Slobodian, V. (2018). Family *Hepapteridae*- Three-barbeled catfishes. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 233–252). Princeton University Press.

- Bonifaz, C., & Cornejo, X. (2004). Flora del Bosque de Garúa (árboles y epífitas) de la comuna Loma Alta, cordillera Chongón Colonche, provincia del Guayas Ecuador. Universidad de Guayaquil.
- Bussing, W. (2002). Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Crampton, W. G. R., Santana, C. D. de, Waddell, J. C., & Lovejoy, N. R. (2016). A taxonomic revision of the Neotropical electric fish genus *Brachyhypopomus* (Ostariophysi: Gymnotiformes: Hypopomidae), with descriptions of 15 new species. *Neotropical Ichthyology*, 14(4), e150146. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20150146>
- Cucalón Tamayo, R. V. (2019). Phylogeography of the Neotropical Fish Genus *Rhoadsia* (Teleostei: Characidae) in Ecuador [M.S. Thesis]. DePaul University.
- Dodson, C. H., & Gentry, A. H. (1978). Flora of the Río Palenque Science Center. Selbyana, The Journal of the Marie Selby Botanical Gardens, 4(1–6), 1–628.
- Dodson, C. H., & Gentry, A. H. (1991). Biological Extinction in Western Ecuador. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 78(2), 273–295. <https://doi.org/10.2307/2399563>
- Dodson, C. H., Gentry, A. H., & Valverde, F. M. (1985). La flora de Jauneche, Los Ríos, Ecuador. Banco Central del Ecuador.
- Fernández, L. (2018). Family Trichomycteridae- Pencil catfishes, torrent catfishes, and parasitic catfishes (Candirús). In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 311–322). Princeton University Press.
- Frable, B. (2018). Family Curimatidae-Toothless Characins. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 148–153). Princeton University Press.
- Froese, R., & Pauly, D. (2021). FishBase: A Global Information System on Fishes. <https://www.fishbase.in/home.htm>
- Fundación Jocotoco. (2020). Reserva Ayampe. Reserva Ayampe. <https://www.jocotoco.org/wb#/EN/Ayampe>
- Galárraga, R., 2000. “Informe nacional sobre la gestión del agua en el Ecuador”. Consultado en <https://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/samtac/noticias/documentosdetrabajo/6/23346/P23346.xml&xsl=/samtac/tpl/p38f.xsl>
- Gardener, M. (2014). *Community Ecology. Analytical methods using R and Excel*. Pelagic Publishing.
- Gómez, N. (1989). *Elementos de geografía del Ecuador. El hombre y el medio*. Ediguías C. Ltda.
- Granda Pardo, J. C., & Montero Loayza, C. S. (2015). Aplicación de morfometría geométrica para la comparación de distintas poblaciones de guanchiche (*Hoplías* spp.) en ecosistemas lénticos y lóticos del Ecuador [Tesis de Pregrado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- IEE, MAGAP, & CGSIN 2009-2015, Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional a escala 1:25 000, recuperado de <http://geoportal.agricultura.gob.ec/> el 26 de marzo de 2019.
- Intriago, C. A. y Sánchez, A. A. 2013. Manual hidrológico de las cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico-Norte. Tesis de grado. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.
- Jácome, J., Quezada Abad, C., Sánchez-Romero, O., Pérez, J. E., & Nirchio, M. (2019). Tilapia en Ecuador: Paradoja entre la producción acuícola y la protección de la biodiversidad ecuatoriana. *Revista Peruana de Biología*, 26(4), 543–550. <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i4.16343>

- Jiménez-Prado, P., Aguirre, W., Laaz-Moncayo, E., Navarrete-Amaya, R., Nugra-Salazar, F., Rebolledo-Monsalve, E., Zarate-Hugo, E., Torres-Noboa, A., & Valdiviezo-Rivera, J. (2015). Guía de Peces para Aguas Continentales en la Vertiente Occidental del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Universidad del Azuay y Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales del Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Kingsford, R. T. 2011. Conservation management of rivers and wetlands under climate change -a synthesis. *Marine and Freshwater Research* 62, 217-222.
- Kullander, S. O., López-Fernández, H., & Van der Sleen, P. (2018). Family Cichlidae- Cichlids. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 359–385). Princeton University Press.
- Laaz, E., Salazar, V., & Torres, A. (2009). Guía Ilustrada para la identificación de peces continentales de la Cuenca del Río Guayas. Facultad de Ciencias Naturales-Universidad de Guayaquil.
- Laaz, E., & Torres, A. (2014). Lista de Peces continentales de la Cuenca del Río Guayas. <http://condor.depaul.edu/waguirre/fishwestec/intro.html>
- Malato, G., V.R. Shervette, R. Navarrete Amaya, J. Valdiviezo Rivera, F. Nugra Salazar, P. Calle Delgado, K.C. Karpan, and W.E. Aguirre. 2017. Parallel body shape divergence in the Neotropical fish genus *Rhoadsia* (Teleostei: Characidae) along elevational gradients of the Western Slopes of the Ecuadorian Andes. *PLoS One* 12(6):e0179432.
- Maldonado-Ocampo, J. A., Usma Oviedo, J. S., Villa-Navarro, F. A., Ortega-Lara, A., Prada-Pedrerros, S., Jiménez S., L. F., Jaramillo Villa, Ú., Arango, A., Rivas, T. S., & Sánchez Garcés, G. C. (2012). Peces dulceacuícolas del Chocó biogeográfico de Colombia. WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) , Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Pontificia Universidad Javeriana. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32918>
- Ministerio del Ambiente, 2013. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaria de Patrimonio Natural. Quito. 235 pp.
- Melo, B. F., & Sidlauskas, B. L. (2018). Family Prochilodontidae-Flannel Mouth Characiforms. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 170–172). Princeton University Press.
- Meza-Vargas, V., Faustino-Fuster, D., Marchena, J., & Ortega, H. (2019). Geographic distribution extension of *Landonia latidens* Eigenmann & Henn, 1914 (Characidae, Stevardiinae) in coastal drainages of Peru. *Check List*, 15(5), 851–855. <https://doi.org/10.15560/15.5.851>
- Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. H. (2016). *Fishes of the World* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., & Wagner, H. (2019). *vegan: Community Ecology Package* (2.5-6) [Computer software]. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Paradis, E., & Schliep, K. (2019). Ape 5.0: An environment for modern phylogenetics and evolutionary analyses in R. *Bioinformatics*, 35, 526–528.
- Pavanelli, C. S., & Starnes, W. C. (2015). Revision of the trans-Andean scrapetooths genus *Saccodon* (Ostariophysi: Characiformes: Parodontidae). *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, 26(3), 193–207.

- Provenzano R., F., & Barriga-Salazar, R. (2018). Species of *Ancistrus* (Siluriformes, Loricariidae) from Ecuador, with the description of a new species from the Amazon River Basin. *Zootaxa*, 4527(2), 211–238. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4527.2.4>
- R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Revelo, W., & Laaz, E. (2012). Catalogo de peces de aguas continentales provincia de Los Ríos Ecuador. Instituto Nacional de Pesca Boletín Especial, 3(5), 1–57.
- Roberts, T. R. (1974). Dental polymorphism and systematics in *Saccodon*, a neotropical genus of freshwater fishes (Parodontidae, Characoidei). *Journal of Zoology*, 173(3), 303–321. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1974.tb04117.x>
- Román-Valencia, C., Ruiz-C., R. I., Taphorn B., D. C., Jiménez-Prado, P., & García-Alzate, C. A. (2015). A new species of *Bryconamericus* (Characiformes, Stevardiinae, Characidae) from the Pacific coast of northwestern Ecuador, South America. *Animal Biodiversity and Conservation*, 38(2), 241–252.
- Sabater, S., Donato, J. C., Giorgi, A. y elosegi, A. 2009. El río como ecosistema. En Elosegí y Sabater (eds.) Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA.
- Schaefer, S. A., & Arroyave, J. (2010). Rivers as islands: Determinants of the distribution of Andean astrolepid catfishes. *Journal of Fish Biology*, 77(10), 2373–2390. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02822.x>
- SENAGUA 2014, Unidades hidrográficas nivel 5. escala 1:50 000, recuperado de <https://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/> el 21 de enero de 2020.
- Shibatta, O. A., & Van der Sleen, P. (2018). Family Pseudopimelodidae- Bumblebee catfishes, dwarf-marbeled catfishes. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 308–310). Princeton University Press.
- Sidlauskas, B., L., & Birindelli, J. L. O. (2018). Family Anostomidae-Toothed Headstanders. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 82–89). Princeton University Press.
- Tapia-Armijos, M. F., Homeier, J., Espinosa, C. I., Leuschner, C., & de la Cruz, M. (2015). Deforestation and Forest Fragmentation in South Ecuador since the 1970s – Losing a Hotspot of Biodiversity. *PLOS ONE*, 10(9), e0133701. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133701>
- Tobes, I., Falconí-López, A., Valdiviezo-Rivera, J., & Provenzano-Rizzi, F. (2020). A new species of *Microglanis* (Siluriformes: Pseudopimelodidae) from the Pacific slope of Ecuador. *Neotropical Ichthyology*, 18(2), e190023. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2019-0023>
- UICN, Secretaria Nacional del Agua y Comunidad Andina. 2009. Delimitación y codificación de unidades hidrogeográficas del Ecuador. Escala 1: 250 000. Nivel 5. Metodología Pfafstetter.
- Valdiviezo-Rivera, J., Carillo-Moreno, C., & Puertas, C. (2018). Ecosistemas dulceacuícolas de la provincia de El Oro: Peces y macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos del páramo al manglar.
- Van der Sleen, P., & Albert, J. (2018a). Family Cetopsidae- Whale catfishes. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 220–221). Princeton University Press.
- Van der Sleen, P., & Albert, J. (2018b). Family Synbranchidae—Swamp eels. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (p. 399). Princeton University Press.

- Van der Sleen, P., & Albert, J. S. (2018c). Family Astroblepidae- Andean hillstream or climbing catfish. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 207–208). Princeton University Press.
- Van der Sleen, P., & Albert, J. S. (2018d). Family Parodontidae-Scrapetooths. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 169-170.). Princeton University Press.
- van der Sleen, P., & Albert, J. S. (2018). *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas*. Princeton University Press.
- Van der Sleen, P., Albert, J. S., Lima, F. C. T., Netto-Ferreira, A. L., Mattox, G. M. T., & Toledo-Piza, M. (2018). Family Characidae- Tetras and relatives. In *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas* (pp. 92–140). Princeton University Press.
- Vari, R. P. (1989). Systematics of the Neotropical characiform genus *Pseudocurimata* Fernández-Yépez (Pisces:Ostariophysi). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 490, 1–28.
- Villamarín-Cortez, S., Valdiviezo-Rivera, J., Villamarín-Flores, C., Aguirre, W., Herrera-Madrid, M., Carillo-Moreno, C., Trujillo-Regalado, S., & Yáñez-Muñoz, M. (2018). Patrones de diversidad en las fuentes hídricas de la provincia de El Oro. In *Ecosistemas dulceacuícolas de la provincia de El Oro. Peces y macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos del páramo al manglar*. (pp. 77–110).
- Wolf, T. (1892). *Geografía y geología del Ecuador*. F. A. Brockhaus.

Apéndice 1. Los peces de agua dulce de la vertiente occidental del Ecuador. SC = Zona Santiago-Cayapas, E = Esmeraldas, G = Guayas, C = Catamayo. Endm = especie endémica. Fuen = Fuentes bibliográficas.

Orden	Familia	Especie	SC	E	G	C	Endm	Fuen
Characiformes	Parodontidae	<i>Saccodon wagneri</i>	0	0	1	1	1	1
Characiformes	Parodontidae	<i>Saccodon terminalis</i>	0	0	1	0	1	1
Characiformes	Curimatidae	<i>Pseudocurimata boehlkei</i>	1	1	0	0	1	1
Characiformes	Curimatidae	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	0	0	1	1	1	1, 2
Characiformes	Curimatidae	<i>Pseudocurimata lineopunctata</i>	1	0	0	0	0	1
Characiformes	Curimatidae	<i>Pseudocurimata peruana</i>	0	0	0	1	0	1
Characiformes	Curimatidae	<i>Pseudocurimata troschelii</i>	0	0	1	1	0	1
Characiformes	Prochilodontidae	<i>Ichthyolephas humeralis</i>	0	0	1	0	1	1
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus ecuadoriensis</i>	0	0	1	0	1	1
Characiformes	Gasteropelecidae	<i>Gasteropelecus maculatus</i>	1	0	0	0	0	1
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax festae</i>	0	1	1	1	0	1, 2
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax ruberrimus</i>	1	1	0	0	0	1
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus bucayensis</i>	0	0	1	0	1	1
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus simus</i>	0	0	1	0	0	1
Characiformes	Characidae	<i>Eretmobrycon brevirostris</i>	0	1	1	1	0	1, 2
Characiformes	Characidae	<i>Eretmobrycon dahli</i>	1	1	0	1	0	1, 2
Characiformes	Characidae	<i>Eretmobrycon ecuadorensis</i>	1	1	1	1	1	3
Characiformes	Characidae	<i>Grundulus quitoensis</i>	1	0	0	0	1	1
Characiformes	Characidae	<i>Hyphessobrycon ecuadoriensis</i>	0	0	1	1	1	1, 2
Characiformes	Characidae	<i>Hyphessobrycon sp.</i>	1	0	0	0	1	1
Characiformes	Characidae	<i>Pseudochalceus bohlkei</i>	1	0	0	0	1	1
Characiformes	Characidae	<i>Pseudochalceus lineatus</i>	1	1	1	0	1	1
Characiformes	Characidae	<i>Pseudochalceus longianalis</i>	1	0	0	0	0	1
Characiformes	Characidae	<i>Roeboides occidentalis</i>	1	0	0	0	0	1
Characiformes	Characidae	<i>Rhoadsia altipinna</i>	0	0	1	1	0	1
Characiformes	Characidae	<i>Rhoadsia minor</i>	1	1	0	0	1	1
Characiformes	Characidae	<i>Iotabrycon praecox</i>	0	0	1	1	1	1
Characiformes	Characidae	<i>Landonia latidens</i>	0	0	1	0	0	1
Characiformes	Characidae	<i>Phenacobrycon henni</i>	0	0	1	1	1	1, 2
Characiformes	Bryconidae	<i>Brycon alburnus</i>	0	1	1	1	1	1, 2
Characiformes	Bryconidae	<i>Brycon atrocaudatus</i>	0	0	1	1	0	1

Orden	Familia	Especie	SC	E	G	C	Endm	Fuen
Characiformes	Bryconidae	<i>Brycon dentex</i>	0	1	1	1	1	1
Characiformes	Bryconidae	<i>Brycon oligolepis</i>	1	0	0	0	0	1
Characiformes	Bryconidae	<i>Brycon posadae</i>	1	1	0	0	1	1
Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	1	1	0	0	0	1
Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias microlepis</i>	0	0	1	1	0	1
Characiformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina astrigata</i>	1	1	0	0	0	1
Characiformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina aureoguttata</i>	0	0	1	0	1	1
Characiformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina bimaculata</i>	1	1	1	1	0	1
Siluriformes	Cetopsidae	<i>Cetopsis amphiloza</i>	1	0	0	0	0	1
Siluriformes	Cetopsidae	<i>Paracetopsis atahualpa</i>	0	0	0	1	0	1
Siluriformes	Cetopsidae	<i>Paracetopsis bleekeri</i>	0	0	1	1	1	1
Siluriformes	Cetopsidae	<i>Paracetopsis esmeraldas</i>	0	1	0	0	1	1
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Ituglanis laticeps</i>	0	0	1	1	0	1
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus banneaui</i>	1	0	0	0	0	1
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus taenia</i>	1	1	1	1	0	1, 2
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus taczanowskii</i>	0	0	0	1	0	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus brachycephalus</i>	1	0	0	0	0	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chimborazoi</i>	0	0	1	0	1	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus chotae</i>	1	0	0	0	0	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cyclopus</i>	0	1	0	0	0	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus eigenmanni</i>	0	1	0	0	1	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus fissidens</i>	0	1	0	0	1	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. grixalvii</i>	0	1	1	0	0	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus longifilis</i>	0	1	1	0	0	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus mindoensis</i>	0	1	0	0	1	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus regani</i>	1	0	0	0	1	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus simonsii</i>	1	0	1	0	0	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus theresiae</i>	1	0	0	0	1	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus ubidiai</i>	1	0	0	0	1	1
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus whymperi</i>	0	1	0	0	1	1
Siluriformes	Loricariidae	<i>Rineloricaria jubata</i>	1	1	1	0	0	1
Siluriformes	Loricariidae	<i>Sturisomatichthys frenatus</i>	1	0	0	0	1	1
Siluriformes	Loricariidae	<i>Sturisomatichthys panamensis</i>	1	1	0	0	0	1

Orden	Familia	Especie	SC	E	G	C	Endm	Fuen
Siluriformes	Loricariidae	<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	0	0	1	0	1	1
Siluriformes	Loricariidae	<i>Ancistrus clementinae</i>	0	0	1	1	1	1
Siluriformes	Loricariidae	<i>Chaetostoma bifurcum</i>	0	1	1	1	0	1, 2
Siluriformes	Loricariidae	<i>Chaetostoma marginatum</i>	1	1	1	0	0	1
Siluriformes	Loricariidae	<i>Hemiancistrus annectens</i>	1	0	0	0	0	1
Siluriformes	Loricariidae	<i>Hemiancistrus furtivus</i>	0	1	0	0	1	4
Siluriformes	Loricariidae	<i>Hemiancistrus landoni</i>	0	0	1	1	1	1, 2
Siluriformes	Loricariidae	<i>Transancistrus aequinoctiale</i>	0	1	1	1	1	1
Siluriformes	Loricariidae	<i>Transancistrus santarosensis</i>	0	0	0	1	1	1
Siluriformes	Pseudopimelodidae	<i>Batrochoglanis transmontanus</i>	1	1	0	0	0	1
Siluriformes	Pseudopimelodidae	<i>Microglanis berbixae</i>	0	1	0	0	1	5
Siluriformes	Pseudopimelodidae	<i>Microglanis variegatus</i>	0	0	1	1	1	1, 2
Siluriformes	Hepapteridae	<i>Pimelodella elongata</i>	1	1	1	0	1	1
Siluriformes	Hepapteridae	<i>Pimelodella grisea</i>	1	0	0	0	0	1
Siluriformes	Hepapteridae	<i>Pimelodella modestus</i>	0	1	1	1	0	1
Siluriformes	Hepapteridae	<i>Rhamdia cinerascens</i>	0	1	1	1	1	1
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Sternopygus arenatus</i>	0	0	1	0	1	1
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Sternopygus macrurus</i>	1	1	0	0	0	1
Gymnotiformes	Apterontidae	<i>Apterontus rostratus</i>	1	1	0	0	0	1
Gymnotiformes	Hypopomidae	<i>Brachyhypopomus palenque</i>	1	1	1	1	1	6
Gymnotiformes	Gymnotidae	<i>Gymnotus esmeraldas</i>	1	1	1	1	1	1, 2
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Pseudopoecilia festae</i>	0	0	1	1	0	1
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Pseudopoecilia fria</i>	1	1	1	1	0	1, 2
Beloniformes	Belonidae	<i>Strongylura fluviatilis</i>	1	1	1	0	0	1
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Pseudophallus starksii</i>	1	1	1	1	0	1, 2
Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>	1	1	1	1	0	1
Perciformes	Sciaenidae	<i>Cynoscion albus</i>	1	1	1	0	0	1
Perciformes	Haemulidae	<i>Pomadasys bayanus</i>	1	1	1	0	0	1
Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinoacara blomeri</i>	1	1	0	0	1	1
Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinocara rivulatus</i>	0	1	1	1	0	1
Cichliformes	Cichlidae	<i>Andinocara sapayensis</i>	1	0	0	0	0	1
Cichliformes	Cichlidae	<i>Mesoheros festae</i>	0	1	1	1	0	1

Orden	Familia	Especie	SC	E	G	C	Endm	Fuen
Cichliformes	Cichlidae	<i>Mesoheros ornatum</i>	1	0	1	0	0	1
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i>	1	1	1	0	0	1
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Awaous transandeanus</i>	1	1	1	0	0	1
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Ctenogobius saggitula</i>	1	1	1	1	0	1
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Evermannia zosterura</i>	1	1	1	0	0	1
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Gobioides peruanus</i>	1	1	1	1	0	1
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Gobionellus microdon</i>	1	1	1	0	0	1
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Sicydium hildebrandi</i>	1	1	0	1	0	1, 2
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Sicydium rosenbergii</i>	1	1	0	1	0	1
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Dormitator latifrons</i>	1	1	1	1	0	1, 2
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Eleotris picta</i>	1	1	1	1	0	1, 2
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Gobiomorus maculatus</i>	1	1	1	1	0	1, 2
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Hemieleotris latifasciata</i>	1	1	1	0	0	1
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus klunzingeri</i>	1	1	1	0	0	7
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus mazatlanus</i>	1	1	1	0	0	7
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus scutum</i>	1	1	1	0	0	7
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Trinectes fluviatilis</i>	1	1	1	0	0	7

Fuentes:

1. Jiménez-Prado et al. (2015)
2. Villamarín-Cortez et al. (2018)
3. Román-Valencia et al. (2015)
4. Provenzano R. & Barriga-Salazar (2018)
5. Tobes et al. (2020)
6. Crampton et al. (2016)
7. Barriga (2012)

Apéndice 2. El número y porcentaje de especies de peces de agua dulce por orden de la vertiente occidental y oriental del Ecuador. %Occ es el porcentaje de especies por orden en la vertiente occidental. %Orient es el porcentaje de especies por orden en la vertiente oriental. %Diff es la diferencia entre los porcentajes de las dos regiones.

Orden	Occidente	Oriente	%Occ	%Orient	%Diff
Myliobatiformes	0	6	0.0	0.8	-0.8
Osteoglossiformes	0	2	0.0	0.3	-0.3
Clupeiformes	0	5	0.0	0.7	-0.7
Characiformes	39	306	34.5	42.2	-7.7
Siluriformes	41	308	36.3	42.5	-6.2
Gymnotiformes	5	41	4.4	5.7	-1.2
Cyprinodontiformes	2	7	1.8	1.0	0.8
Beloniformes	1	4	0.9	0.6	0.3
Mugiliformes	1	0	0.9	0.0	0.9
Cichliformes	5	34	4.4	4.7	-0.3
Perciformes	2	3	1.8	0.4	1.4
Gobiiformes	11	0	9.7	0.0	9.7
Pleuronectiformes	4	5	3.5	0.7	2.9
Synbranchiformes	1	2	0.9	0.3	0.6
Syngnathiformes	1	0	0.9	0.0	0.9
Batrachoidiformes	0	1	0.0	0.1	-0.1
Tetraodontiformes	0	1	0.0	0.1	-0.1
	113	725	100.0	100.0	

Apéndice 3. El número y porcentaje de especies de peces de agua dulce por familia de la vertiente occidental y oriental del Ecuador. %Occ es el porcentaje de especies por familia en la vertiente occidental. %Orient es el porcentaje de especies por familia en la vertiente oriental. %Diff es la diferencia entre los porcentajes de las dos regiones.

Orden	Familia	Occidente	Oriente	%Occ	%Orient	%Diff
Myliobatiformes	Potamotrygonidae	0	6	0.0	0.8	-0.8
Osteoglossiformes	Osteoglossidae	0	1	0.0	0.1	-0.1
Osteoglossiformes	Arapaimatidae	0	1	0.0	0.1	-0.1
Clupeiformes	Engraulidae	0	3	0.0	0.4	-0.4
Clupeiformes	Pristigasteridae	0	2	0.0	0.3	-0.3
Characiformes	Anostomidae	1	24	0.9	3.3	-2.4
Characiformes	Bryconidae	5	7	4.4	1.0	3.5
Characiformes	Characidae	19	165	16.8	22.8	-5.9
Characiformes	Curimatidae	5	30	4.4	4.1	0.3
Characiformes	Erythrinidae	2	2	1.8	0.3	1.5
Characiformes	Gasteropelecidae	1	7	0.9	1.0	-0.1
Characiformes	Lebiasinidae	3	15	2.7	2.1	0.6
Characiformes	Parodontidae	2	3	1.8	0.4	1.4
Characiformes	Prochilodontidae	1	2	0.9	0.3	0.6
Characiformes	Chilodontidae	0	2	0.0	0.3	-0.3
Characiformes	Crenuchidae	0	12	0.0	1.7	-1.7
Characiformes	Hemiodontidae	0	6	0.0	0.8	-0.8
Characiformes	Alestiidae	0	1	0.0	0.1	-0.1
Characiformes	Serrasalminidae	0	17	0.0	2.3	-2.3
Characiformes	Acestrorhynchidae	0	6	0.0	0.8	-0.8
Characiformes	Cynodontidae	0	4	0.0	0.6	-0.6
Characiformes	Ctenoluciidae	0	3	0.0	0.4	-0.4
Siluriformes	Astroblepidae	14	8	12.4	1.1	11.3
Siluriformes	Cetopsidae	4	8	3.5	1.1	2.4
Siluriformes	Hepapteridae	4	22	3.5	3.0	0.5
Siluriformes	Loricariidae	12	95	10.6	13.1	-2.5
Siluriformes	Pseudopimelodidae	3	5	2.7	0.7	2.0
Siluriformes	Trichomycteridae	4	28	3.5	3.9	-0.3
Siluriformes	Aspredinidae	0	14	0.0	1.9	-1.9
Siluriformes	Callichthyidae	0	32	0.0	4.4	-4.4
Siluriformes	Pimelodidae	0	43	0.0	5.9	-5.9
Siluriformes	Doradidae	0	31	0.0	4.3	-4.3
Siluriformes	Auchenipteridae	0	22	0.0	3.0	-3.0
Gymnotiformes	Apterontidae	1	17	0.9	2.3	-1.5
Gymnotiformes	Gymnotidae	1	7	0.9	1.0	-0.1
Gymnotiformes	Hypopomidae	1	5	0.9	0.7	0.2
Gymnotiformes	Sternopygidae	2	8	1.8	1.1	0.7
Gymnotiformes	Rhamphichthyidae	0	4	0.0	0.6	-0.6
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	2	0	1.8	0.0	1.8

Orden	Familia	Occidente	Oriente	%Occ	%Orient	%Diff
Cyprinodontiformes	Rivulidae	0	7	0.0	1.0	-1.0
Beloniformes	Belonidae	1	4	0.9	0.6	0.3
Mugiliformes	Mugilidae	1	0	0.9	0.0	0.9
Cichliformes	Cichlidae	5	34	4.4	4.7	-0.3
Perciformes	Haemulidae	1	0	0.9	0.0	0.9
Perciformes	Sciaenidae	1	2	0.9	0.3	0.6
Perciformes	Polycentridae	0	1	0.0	0.1	-0.1
Gobiiformes	Eleotridae	4	0	3.5	0.0	3.5
Gobiiformes	Gobiidae	7	0	6.2	0.0	6.2
Pleuronectiformes	Achiridae	4	5	3.5	0.7	2.9
Synbranchiformes	Synbranchidae	1	2	0.9	0.3	0.6
Syngnathiformes	Syngnathidae	1	0	0.9	0.0	0.9
Batrachoidiformes	Batrachoididae	0	1	0.0	0.1	-0.1
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	0	1	0.0	0.1	-0.1
		113	725	100.0	100.0	